पित्रे



Scientific thought does not mean thought about scientific subjects with long names There are no scientific subjects The subject of science is the Human Universe that is to say, everything that is, that has been, or may be related to man

W. K. Clifford

વૈજ્ઞાનિક વિચારનો અર્થ એમ નથી થતો કે લાંબાં લાંબાં નામવાળા વૈજ્ઞાનિક વિષયો સંબંધી વિચાર. સ્વતંત્ર વૈજ્ઞાનિક વિષયો છે જ નહિ. મનુષ્યનું વિશ્વ એ જ વિજ્ઞાનનો વિષય; એટલે મનુષ્યના ભૂતકાળ, સાંપ્રતકાળ અને ભવિષ્યકાળની બધી ઘટનાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે.

ક્લીફર્ડ



અનુક્રમ

પ્રથમ આવૃત્તિનું નિવેદન

ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાન સંબંધી પુસ્તકો ઘણાં જ થોડાં છે તેમાં ઉમેરો કરતાં જરાયે ક્ષોભ થવો જોઇએ નહિ અને આવાં પુસ્તકોને માટે લાંબા નિવેદનની જરૂર રહેતી નથી.

ગુજરાતીમાં વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓ વિષે વર્ણનાત્મક પુસ્તકો અનુવાદરૂપે અથવા સ્વતંત્ર રીતે તૈયાર થયેલાં છે; પરંતુ વિજ્ઞાનનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવા માટે સ્વતંત્ર વિવેચનાત્મક પુસ્તક મારી જાણમાં નથી. શિક્ષણમાં ઉપયોગી પુસ્તકોની માગણી વધારે થવાથી પ્રથમ પ્રકારનાં પુસ્તકો જલદીથી તૈયાર થાય એ સ્વાભાવિક છે; પરંતુ સાધારણ જનસમાજમાં વિજ્ઞાનને વધારે જાણીતું અને વધારે લોકપ્રિય કરવાને માટે વિજ્ઞાનના મુખ્ય સિદ્ધાન્તો સરળતાથી સમજાવનાર પુસ્તકોની ઘણી જરૂર છે. સન ૧૯૧૫ માં હોમ યુનિવર્સિટી લાઇબ્રેરીનાં પુસ્તકમાં થોમસનનું 'Introduction to Science' વાંચવાથી તેના જેવું એક સ્વતંત્ર પુસ્તક લખવાનું મને સ્ફુરણ થયું. એ પુસ્તક સુંદર શૈલીમાં લખાયું હોવા છતાં તેનો તરજુમો કે અનુવાદ ગુજરાતી વાચકને અનુકૂળ નહિ થાય એ મને તરત સઝયું હતું. આ કામ હાથમાં લીધા પછી પૂરું થતાં ઘણો સમય લાગવાથી અને તે સમયમાં બીજાં અનેક પુસ્તકો વાંચવામાં આવ્યાથી, થોમસનના પુસ્તકના કરતાં એક તદ્દન જુદું જ પુસ્તક લખાયું છે અને ધારવા કરતાં લાંબું પણ વધારે થયું છે. દરેક સ્થળે સંબંધિત પુસ્તકોનો ઉલ્લેખ કરવો અશક્ય હોવાથી તેમની યાદી જુદી આપવામાં આવી છે; તેમાંથી આ વિષયના વધારે અભ્યાસ કરનારને સાધન અને માહિતી મળશે.

આ પુસ્તકના મુખ્ય ત્રણ ભાગ પાડી શકાય: પહેલા વિભાગમાં વિજ્ઞાનના સ્વરૂપનું નિરૂપણ કરવામાં આવ્યું છે. વિજ્ઞાન એટલે શું?

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનાં લક્ષણો, વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો, વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓનો પરિચય કરાવનાર, વિજ્ઞાનનો નકશો, વગેરે પ્રકરણો પહેલા વિભાગમાં સમાય છે.

બીજા વિભાગમાં વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન કરવામાં આવ્યું છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ જાણ્યા વિના, વિજ્ઞાનની હાલની સ્થિતિ અને હાલના અગત્યના પ્રશ્નોનું વિવેચન સમજવું મુશ્કેલ છે; પ્રાચીન ભારતમાં થયેલી વિજ્ઞાનની શોધો અને તેમનું તુલનાત્મક વિવેચન ગુજરાતી વાચકને ખાસ ઉપયોગી અને રસમય લાગશે એમ ધારીને "પ્રાચીન હિંદમાં વિજ્ઞાન" એ વિષયનું પ્રકરણ જુદું પાડવામાં આવ્યું છે. ખગોળવિદ્યા, ભૌતિકશાસ્ત્રો, રસાયનવિદ્યા, જીવવિદ્યા, માનસશાસ્ત્ર એ બધા વિષયોનું માત્ર વિહંગાવલોકન કરવા જતાં આ વિભાગ જરા લાંબો થયો છે. પરંતુ તે વાંચ્યા વિના છેલ્લા વિભાગમાં ચર્ચેલા વિજ્ઞાનના અગત્યના પ્રશ્નોનું વિવેચન કઠિન લાગશે.

વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ, વિજ્ઞાન અને તત્ત્વજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ધર્મભાવના એ ત્રણ પ્રકરણમાં છેલ્લો વિભાગ સમાપ્ત થાય છે. વિજ્ઞાનની વાસ્તવિક કિંમત અને અર્વાચીન સંસ્કૃતિમાં વિજ્ઞાને આપેલા ફાળાની સમજૂતી આ પ્રકરણોમાં અપાઇ છે. છેવટે "ગુજરાતને વિજ્ઞાનની જરૂર" એ પ્રકરણમાં વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા અને આવશ્યકતા દર્શાવીને પુસ્તકની સમાપ્તિ કરી છે.

આ ઉપરાંત વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ઉદાહરણરૂપે વિજ્ઞાનની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓના વિષયોનો પરિચય કરાવવાના હેતુથી મેં જુદા લેખો સ્વતંત્ર રીતે લખેલા, પરંતુ આ પુસ્તક લાંબું થઇ જવાના ભયથી આ લેખસંગ્રહ "વિજ્ઞાનવિનોદ" એ નામથી ગુજરાતી સાહિત્ય પરિષદ ભંડોળ કમિટી તરફથી જુદો પ્રકટ કરવામાં આવ્યો છે. આ બંને પુસ્તકો સ્વતંત્ર હોવા છતાં પણ બંનેનું લક્ષ્ય એક જ હોવાથી તેમને સાથે વાંચવાથી વાચકને ઉપયોગી થઇ પડશે.

આ પુસ્તકમાં વપરાયેલા પારિભાષિક શબ્દોનો કોષ અંતમાં

આપવામાં આવ્યો છે. વૈજ્ઞાનિક પરિભાષાના ઘણા ચર્ચાયેલા વિષયમાં હજુ વ્યવસ્થા અને નિશ્ચિતતા પ્રાપ્ત થઇ નથી: આ વિષયમાં "સાહિત્ય" સપ્ટેંબર ૧૯૨૧ માં અપાયેલા મારા વિચારોમાં ફેરફાર કરવાની મને જરૂર લાગતી નથી. કેવળ નવીનતાને માટે ખાસ સંસ્કૃત શબ્દો જ શોધવા જોઇએ, અને ફારસી કે અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દોનો તદ્દન જ ત્યાગ કરવો જોઇએ એ અભિપ્રાય મને માન્ય નથી. પરિભાષા સરળ અને અર્થસૂચક હોવી જોઇએ એ દૃષ્ટિબિંદુ સર્વોપરિ રાખીને બીજી ભાષાના શબ્દોને સ્વીકારતાં અચકાવું જોઇએ નહિ.

આ નિવેદનમાં મારા પરમ મિત્ર ડૉ. કાન્તિલાલ છગનલાલ પંડ્યા સંબંધી ઉલ્લેખ કર્યા વિના રહેવાય તેમ નથી. ૧૯૧૨ માં બેંગ્લોર સાયન્સ ઇન્સ્ટીટ્યૂટમાં સાથે રહેવાનો પ્રસંગ પ્રાપ્ત થતાં તેમના તરફથી ગુજરાતીમાં લખવાનું મને પ્રથમ સ્ફુરણ મળ્યું હતું. આ સ્ફુરણના પ્રતાપે અને તેમના જ ઉત્સાહ અને ઉમંગને લીધે ૧૯૧૬ માં આ પુસ્તક લખવાનું મેં માથે લીધું હતું. ત્યાર પછી પણ તેમની તીવ્ર પણ ઉદાર વિવેચકબુદ્ધિનો લાભ મને અનેક વાર મળ્યો છે અને જો કે તેનો પૂરેપૂરો ઉપયોગ હું કરી શક્યો નથી તે છતાં આ પુસ્તક તેમનું અનેક રીતે ઋણી રહેશે

આ પુસ્તક લખાતી અને છપાતી વખતે અનેક ઉપયોગી સૂચનો કરવા માટે પ્રોફેસર સાંકળચંદ જેહાલાલ શાહનો અને પુસ્તકની છપામણીમાં કરેલી મદદને માટે સોસાયટીના બાહોશ આસિસ્ટંટ સેક્રેટરી રા. હીરાલાલ ત્રિભુવનદાસ પારેખનો ઉપકાર માનવાની આ તક લઉં છું.

છેવટમાં મારે જણાવવું જોઇએ કે મારા જીવનવ્યવસાયમાંથી આ પુસ્તકને જોઇએ તેટલો સમય એકી વખતે આપી નહિ શકવાથી અનેક પ્રકારની ત્રુટીઓ રહી જવા પામી હશે એમ હું કલ્પી શકું છું; તે દૂર કરવાની સૂચનાઓ મળશે તો તે ઉપર ધ્યાન આપવાને હું તત્પર રહીશ. ગુજરાતી સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર ખેડવાનું ઘણું બાકી છે;

અને તેથી આના કરતાં સારું પુસ્તક લખવાના પ્રયાસ બીજી વેળા બીજા કોઇના હાથે થશે એમ આશા રાખીને આ પુસ્તકને પ્રસિદ્ધિમાં મૂકતાં મને આનંદ થાય છે.

કલકત્તા
૩૧-૧-૨૬ } પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

ત્રીજી આવૃત્તિનું નિવેદન

આ પુસ્તક પ્રથમ ૧૯૨૬ માં પ્રસિદ્ધ થયેલું. ત્યાર પછી તેની બીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૮ મા ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટીએ મને પૂછ્યા વિના છાપી નાખેલી તેથી પુસ્તક સુધારવાની મારી આશાએા મનમાજ રહી ગયેલી.

આજે એકવીસ વર્ષે આ પુસ્તકની નવી આવૃત્તિ કરવાનો પ્રસંગ આવે છે તેનો લાભ લઇને તેમાં ઘણા મહત્વના ફેરફારો કરીને, અને ઘણી નવી વૈજ્ઞાનિક માહિતી આપીને તેને અદ્યતન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. તેમ કરતાં પુસ્તક ઘણું મોટું થઇ જવાનો ભય હતો તેથી કેટલાએક પ્રકરણો આ સમયમા જૂના લાગવાથી છોડી દીધાં છે અને કૉલેજના વિદ્યાર્થીઓને રસ પડે તેવી માહિતી વધારવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો છે. વળી તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મના પ્રશ્નોને નવી દૃષ્ટિથી છણવાને માટે તે વિષયનાં પ્રકરણો છોડી દેવામાં આવ્યા છે. તેમને નવા રૂપમાં, નવી માહિતી, નવા વિચારો અને નવા વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિબિંદુથી તપાસીને અર્વાચીન અને પ્રાચીન વિજ્ઞાનનો સમન્વય કરવાની ઇચ્છાથી 'વિજ્ઞાનવિવેક' નામના નવા પુસ્તકમા સામેલ કરવામાં આવશે આમ કરવામાં મુખ્ય દૃષ્ટિ આ પુસ્તકને જેમ બને તેમ વધારે સરળ લોકભોગ્ય તેમ જ અદ્યતન બનાવવાની છે.

વિજ્ઞાનની પરિભાષા હજુ પણ વ્યવસ્થિત કે અંતિમ સ્વરૂપ પામી નથી. આ લેખકે વિજ્ઞાન સમિતિના રિપોર્ટ (૧૯૨૧) મા, અને સાહિત્ય પરિષદના વિજ્ઞાનવિભાગના પ્રમુખ તરીકે ૧૯૩૭ માં, શ્રી ફાર્બસ

ગુજરાતી સભા તરફથી પ્રસિદ્ધ કરેલા "વૈજ્ઞાનિક શબ્દસંગ્રહ"માં તેમ જ આ પુસ્તકમાં આ દિશામાં પ્રયત્ન કર્યો છે. બીજાએ ઘણા પ્રયત્નો થયા છે, તે સઘળાને સ્થાયી રૂપ આપવાનું કામ ગુજરાત યુનિવર્સિટી જેવી સર્વમાન્ય સંસ્થાના હાથે જ થઇ શકે. પરંતુ ઘણા વિચિત્ર શબ્દોમાં સુધારણા કરવાની જરૂર છે. મોલેક્યુલ માટે અણુ શબ્દ અને એટમ માટે પરમાણુ શબ્દ યોગ્ય હોવા છતાં દૈનિક છાપાંઓમાં અણુબોમ્બ જેવો તરજુમિયો શબ્દ પ્રચલિત થઇ ગયો છે. જાતિ શબ્દ માનવકુલસમૂહોને માટે જ યોગ્ય હોવા છતાં પણ "જાતીય" શબ્દ ખોટા અર્થમાં વાપરવામાં આવે છે. આ અવ્યવસ્થા દૂર કરવાનું અગત્યનું કામ ત્વરાથી ઉપાડી લેવું જોઇએ. વળી શબ્દોને લોકભોગ્ય બનાવવાને માટે ચોકસાઇને બદલે સાદાઇ ઉપર અમુક અંશ સુધી ભાર મૂકવાની પ્રથા પડવી જોઇએ. વિદ્યુતને બદલે વીજ શબ્દ, વિદ્યુદણુને બદલે વીજાણુ શબ્દ મેં આ જ દૃષ્ટિએ વાપર્યા છે. વૈજ્ઞાનિક, ત્રૈમાસિક જેવા શબ્દને બદલે વિજ્ઞાની, ત્રિમાસી, એવા સાદા પણ અર્થસૂચક શબ્દોનો ઉપયોગ શિષ્ટ સાહિત્યમાં અપનાવવો ઘટે છે. આ પુસ્તકમાં સાહિત્યેતર વિષયના વાચકોને પણ સમજ અને રસ પડે તેવી સાદાઇ અને સરળતા સાચવતાં શિષ્ટ સાહિત્ય અને શૈલીના નિયમોનો અજાણતાં અનાદર થયો હોય તો દરગુજર કરવામાં આવશે એવી આશા છે.

ગુજરાતી વાઙ્મયમાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યની ઊણપ બધા જ દેશહિતચિંતકોને ખૂંચે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ મરાઠી સાહિત્ય અને મરાઠી વાચકોની સંખ્યાના પ્રમાણમાં ગુજરાતી સાહિત્યમાં વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકોની સંખ્યા નાની ન ગણાય. ગુજરાતમાં નવા યુગમાં વિજ્ઞાનને વધતું સ્થાન મળે છે તે વાત ખરી છે. પરંતુ વિજ્ઞાનના વિષયો લેનાર વિદ્યાર્થીને સાહિત્ય, ભાષા, સમાજશાસ્ત્ર કે અર્થશાસ્ત્ર વાંચવાના કે સમજવાના પ્રસંગો મળતા નથી તેથી વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણ એકતરફી થઇ જવાના સંભવ વધતા જાય છે. વૈજ્ઞાનિકોએ કેવળ પોતપોતાના વિષયો કે ઉપવિષયોમાં દટાઇ જવું જોઇએ નહિ;

તેમણે તો વિશ્વને સંકલિત અને સમન્વિત રૂપમાં જોવું જોઇએ–એ વિચાર ઉપર ભાર મૂકવાની ઇચ્છાથી આ પુસ્તકને નવું રૂપ આપ્યું છે. ગુજરાતના નવવિધાનમાં વિજ્ઞાન અને વૈજ્ઞાનિકોને યોગ્ય સ્થાન મળે, અને વૈજ્ઞાનિકો કેવળ પોતાના દૃષ્ટિબિંદુ ઉપરાંત સકળ સૃષ્ટિને સમન્વિત રૂપમાં જોઇ શકે, અને વ્યક્તિ તેમ જ સમષ્ટિના કલ્યાણના માર્ગો સાધી શકે, તેને માટે યોગ્ય માર્ગદર્શન મળે અને પોતાની સાથે સામાન્ય પ્રજાને પણ વિજ્ઞાનપ્રેમી અને વિજ્ઞાન-ગુણાનુરાગી બનાવે એવી આશાથી નવી આવૃત્તિ ગુજરાતી વાચક સમાજને ચરણે ધરતાં લેખકને આનંદ થાય છે.

પ્રકાશનનું કાર્ય ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટી પાસેથી તેમની સંમતિથી લઇને ગુજરાત સંશોધન મંડળને સોંપવામાં આવ્યું છે. તે ફેરફારની રજા આપવા માટે એ સંસ્થાને ધન્યવાદ ઘટે છે.

લલિત કુંજ: ખાર **પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ**
મુંબઇ–૨૧: તા. ૧૭–૫–૪૭

ચોથી આવૃત્તિનું નિવેદન

લગભગ એક જ વર્ષમાં નવી આવૃત્તિ છાપવાનું કામ હાથમાં લેવું પડેલું હોવાથી પુસ્તકમાં અગત્યના કાંઇપણ ફેરફાર કરવાની અનુકૂળતા રહી નથી. આ ટૂંક સમયમાં દેશમાં ઘણી જાતની પ્રગતિ થઇ. ૧૫ મી ઑગસ્ટ ૧૯૪૭ ના રોજ હિંદને આઝાદી મળી; દેશના ભાગલા પડ્યા, અસંખ્ય કુટુંબો નષ્ટ થયાં–ઉન્મૂલિત થયાં–નિર્વાસિત થયાં–કાશ્મીર ઉપર આક્રમણ થયું–મોંઘવારી, કાળાંબજારો, ઊણોત્પાદન એ કારણોને લીધે શ્રમજીવીઓ ખેડૂતો અને મધ્યમવર્ગની દુઃખદાયક સ્થિતિ–મહાત્મા ગાંધીનું કરપીણ ખૂન વગેરે દરેક બનાવ ઇતિહાસમાં અમર થઇ જશે.

ગઇ આવૃત્તિમાં ઉતાવળને લીધે ઘણી ભૂલો સુધાર્યા વિના રહી ગઇ હતી. એ અક્ષમ્ય સ્થિતિ સુધારવાને માટે અધ્યાપક ભાઇ બિપિન ઝવેરીએ અત્યંત શ્રમ ઉઠાવ્યો છે તેમનો આભાર માનવાની તક લઉં છું.

વધારે સમય મળ્યો હોત તો અર્વાચીન વિજ્ઞાનની ક્ષિતિજમાં દેખાતાં નવાંકુરો અને નવકિરણોના પ્રકાશનો કાંઇક લાભ આપવાનો વિચાર કરત. વિજ્ઞાનની અસંખ્ય શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ જુદા જુદા ચીલાઓમાં છૂટી પડવાથી માનવસંસ્કૃતિ વિષદ્ધ અને ત્રુટક થતી જાય છે. તેમાંથી બચવાને માટે મનુષ્યની-માનવસંસ્કૃતિની એકતા સાધવાને માટે વિજ્ઞાનનું કેન્દ્રીકરણ અને સમન્વય થાય એ દિશામાં પ્રયત્નો થાય છે તેના વિષે વધારે સમાલોચના કરી શકાત. પરંતુ આ બધા વિષયો "વિજ્ઞાનવિવેક" નામના નવા પુસ્તકમાં ચર્ચવામાં આવશે, અને આશા છે કે તે પુસ્તક તૈયાર થતાં હવે બહુ સમય નહિ લાગે.

લલિતકુંજ, ખાર, પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ
મુંબઇ-૨૧: તા. ૧-૯-૪૮.

પ્રકરણ
૧ લું:

વિજ્ઞાન એટલે શું?

અંગ્રેજીમાં જે વિષયોને "સાયન્સ" કહેવામાં આવે છે, તેને માટે ગુજરાતીમાં વિજ્ઞાન શબ્દ હવે રૂઢ થઈ ગયો છે. "સાયન્સ" શબ્દનો મૂળ અર્થ "જ્ઞાન" થાય છે; તેને બદલે ગુજરાતીમાં "વિજ્ઞાન" શબ્દ વાપરવાનું ખાસ પ્રયોજન છે. સંસ્કૃત તત્ત્વજ્ઞાન અને આધ્યાત્મવિદ્યામાં જ્ઞાન અને વિજ્ઞાન એ બે શબ્દો જુદી રીતે વપરાયા છે; જ્ઞાન ધ્યાન અને ચિંતનથી પ્રાપ્ત થાય છે, અને વિજ્ઞાન પ્રત્યક્ષ અનુભવથી (સાક્ષાત્કાર રૂપે) પ્રાપ્ત થાય છે. લગભગ આવો જ ભેદ અર્વાચીન જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનમાં છે. વિજ્ઞાન એટલે વિશિષ્ટ પ્રકારનું જ્ઞાન; અને તે પ્રત્યક્ષ અનુભવ અને નિરીક્ષણથી ઘડાયેલું જ્ઞાન. આ ઉપરાંત વિજ્ઞાનની વિશેષતા વ્યવસ્થા અને નિયમમાં સમાયેલી છે. સાધારણ જ્ઞાન છૂટક વસ્તુઓ કે વિચારોનું હોય છે. પણ જ્યારે આ છૂટક જ્ઞાનને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી વિજ્ઞાનનાં તત્ત્વોનો આવિર્ભાવ થાય છે. સાધારણ જ્ઞાનને ઈંટોના ઢગલાની સાથે સરખાવીએ તો વિજ્ઞાનને તેમાંથી ઘટાને નિયમસર ગોઠવીને ચણેલી દિવાલ સાથે સરખાવી શકાય. સાધારણ જ્ઞાનને જળબિન્દુની વૃષ્ટિ સાથે સરખાવીએ તો વિજ્ઞાનને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતાં સ્રોત, ઝરા અને નદીની સાથે સરખાવી શકાય. જલવૃષ્ટિ જે ઠેકાણે પડે તે ઠેકાણે જ સમાઈ જાય છે અને તેટલી જ જમીનને પોષી શકે છે; પરંતુ પ્રબળ વેગવાળા જળસ્રોતથી ડુંગરોની કઠણ જમીન કપાઈને પોચી બને છે અને તેના જળમાર્ગની બાજુપર સ્થળે સ્થળે લીલોતરી ઉત્પન્ન થાય છે, જળચક્કી ચાલી શકે છે, અને ધૂળવાળાં શહેરોની તરસી વસતીને માટે જળાશયો ભરી શકાય છે. સાધારણ જ્ઞાનને વિચ્છિન્ન, અસંબદ્ધ, વિભક્ત, અફ્ળ અને કાર્ય સાધવાને અશક્ત ગણીએ તો વિજ્ઞાન સંયોજિત, સંબદ્ધ, અવિભક્ત, ફ્લોત્પાદક અને કાર્યસાધક હોય છે.

જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો સંબંધ

જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો સંબંધ અને જ્ઞાનમાંથી વિજ્ઞાનનો પરિપાક કેવી રીતે થાય છે તે સમજવાને એક દૃષ્ટાંત બસ થશે. દરિયાની નજીક આવેલા ખંભાત, ભરૂચ, સુરત, મુંબઈ વગેરે સ્થળોએ દરિયાની ભરતી અને ઓટ જોનારને તે સંબંધી થોડુંએક જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છેઃ દિવસમાં ભરતી બે વખત ચઢે છે, અને બે વખત ઊતરે છે; અને આ ભરતી અને ઓટનો સમય દરરોજ બદલાય છે; વળી અમુક વખતે મોટી ભરતી–જુવાળ–આવે છે; આ બધી જુદી જુદી હકીકતોને જ્ઞાનનું રૂપ આપી શકાય. પરંતુ તેમાં જ્યાંસુધી ચોકસાઇથી આ ભરતીઓટનું માપ ન થાય અને આ હકીકતોને વૈજ્ઞાનિક તથ્યનું રૂપ ન અપાય ત્યાંસુધી વિજ્ઞાનનો ઉદ્ભવ થતો નથી. નાના જુવાળમાં ભરતીનું પાણી ૧૦–૧૧ ફીટ ઊંચું ચઢે છે અને મોટા જુવાળમાં પાણી ૧૪–૧૫ ફીટ ઊંચું ચઢે છે; આ પાણીનું વજન કેટલું અને તે વજન ઉપાડવાને કેટલું બળ જોઈએ? સાધારણ કુંડી કે ડોલમાંનું પાણી ઊંચકવાને આપણને કેટલું બળ જોઇએ છીએ તે આપણે સમજી શકીએ છીએ; પરંતુ દરિયામાં ભરતી આવવાથી કરોડો મણ જેટલા પાણીની ઊથલપાથલ થાય છે તેને માટે કેટલું બળ જોઇએ તેનો ખ્યાલ આપણને સહેલાઇથી આવી શકે નહિ. આ પાણીને ખેંચનાર સૂર્ય અને ચંદ્રનું બળ કેટલું છે; આ સૂર્ય આપણી પૃથ્વીથી નવ કરોડ માઇલ જેટલા અંતરે છે અને ચંદ્ર અઢી લાખ માઇલ જેટલો દૂર છે; આ બધી હકીકતો મેળવ્યા પછી પણ જાણવાનું ઘણું બાકી રહે છે. ગુરુત્વાકર્ષણના બળના નિયમો અને પરિણામો સમજ્યા પછી જ આ ભરતીઓટનું ખરું સ્વરૂપ સમજી શકાય છે; અને અત્યારે એટલી ચોકસાઈથી આ હકીકતો સમજાઈ છે કે અમુક દિવસે અમુક સ્થળે ભરતી કેટલે વખતે, અને કેટલા સમય માટે, કેટલી નાનીમોટી આવશે તેની ગણત્રી પંચાંગોમાં આપવામાં આવે છે.

ભરતીઓટ થાય છે એ સાધારણ માહિતી મેળવવી એને જ્ઞાન કહેવાય; પરંતુ તેના વિષે કાર્યકારણનો સંબંધ નક્કી કરી તેનું ચોક્કસ અને વિગતવાર વર્ણન મેળવવું એ વિજ્ઞાનનું કાર્ય ગણાય.

વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા

આ પ્રમાણે જો કે હકીકતો એકઠી કરવાનું કામ ઘણું જ અગત્યનું છે તે છતાં ફક્ત હકીકતોનું જ્ઞાન મેળવવું એ વિજ્ઞાનને માટે બસ નથી. હકીકતોને વિવેકપૂર્વક એકઠી કરીને તેમાંથી બીજા મનુષ્યોથી ચોકસાઈ થઈ શકે એવા રૂપમાં તેમને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવીને, તેમાંથી નિયમો તારવવા, પૂર્વાનુપૂર્વી+ સંબંધો શોધવા, અને દરેક ઘટનાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મેળવવી એ વિજ્ઞાનનાં મુખ્ય કાર્ય છે. ફક્ત જ્ઞાન મેળવવામાંજ અને તેનો સંગ્રહ કરવામાંજ વિજ્ઞાનનું કાર્ય સમાપ્ત થતું નથી. ભરતીઓટ સંબંધી ત્રુટક હકીકતોના જ્ઞાનમાંથી વિજ્ઞાનનો પરિપાક થતાં પહેલાં ઘણું કામ કરવાનું બાકી રહે છે. તે કામ કેવી રીતે થાય છે અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ કેવી છે તે વિષે પછીથી વિવેચન કરીશું. પરંતુ અત્યારે એટલું જણાવવું બસ છે, કે વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા * ટૂંકાણમાં એમ આપી શકાય કે નિરીક્ષણ અને અનુભવ ઉપરથી વ્યવસ્થા પ્રમાણે અને નિયમશોધનની દૃષ્ટિએ ગોઠવેલું જ્ઞાન, તે વિજ્ઞાન.x આ પ્રકારનું જ્ઞાન બધાથી સમજી શકાય અને તેની વાસ્તવિકતા વિષે ચોકસી કરી શકાય તેવા રૂપમાં હોવું જોઇએ અને મનુષ્યની અંગત લાગણીઓથી અકલુષિત હોવું જોઇએ. વિજ્ઞાનની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ એટલી બધી વધતી જાય છે, અને તે દરેકની કાર્ય-

---

+ Uniform Antecedent.

* Science is organised and formulated observation and experience.

x Science is verifiable, communicable, impersonal knowledge.

પ્રવૃત્તિના પ્રદેશો, અને તેમની કાર્યની બાહ્યપદ્ધતિ એટલી ભિન્ન દેખાય છે કે તેમનો પરસ્પર સંબંધ સાધારણ દૃષ્ટિએ સ્પષ્ટ દેખાય નહિ. તે છતાં વિજ્ઞાનની બધી પ્રવૃત્તિનું પ્રયોજન એ છે કે સૃષ્ટિની દરેક ઘટનાનું સર્વદેશીય જ્ઞાન મેળવીને, સૃષ્ટિનું રહસ્ય સમજવું. વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા થોડા શબ્દોમાં આપવાથી આપણને વિજ્ઞાનના સ્વરૂપનો ખરો ખ્યાલ આવતો નથી. તે સમજવાને માટે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર, વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વિજ્ઞાનના મૌલિક સિદ્ધાન્તો, અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ વગેરે વિષયો સમજવાની જરૂર છે.

વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ

વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર શું એ સમજવા પહેલાં "વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ શો? વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ શો?" એ પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવો સાર્થક છે. "જ્ઞેય સૃષ્ટિનું ટૂંકામાં વર્ણન કરવું એ વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ છે"* એ સાદા વાકયમાં ઊંડું રહસ્ય સમાયેલું છે. જ્ઞેય સૃષ્ટિ એટલે જાણી શકાય એવી સૃષ્ટિ માત્રનું ચોકસાઇથી જ્ઞાન મેળવવું, અને તે જ્ઞાનને વ્યવસ્થાપૂર્વક અને ગોઠવીને, તેમાંથી ટૂંકા સૂત્રરૂપ નિયમોમાં તેમનું "વર્ણન કરવું" એ વિજ્ઞાનનો હેતુ છે. આ સ્થળે "વર્ણન" શબ્દનો વૈજ્ઞાનિક અર્થ સ્પષ્ટ કરવો જરૂરનો છે. એક ચિત્રમાં કે ફોટોગ્રાફમાં અસલ વસ્તુનું વર્ણન આપણને મળે છે અથવા તો પ્રતિભાશાળી લેખકોનાં શબ્દચિત્રોથી આપણને વસ્તુસ્થિતિનો આબેહૂબ ખ્યાલ આવે છે. પરંતુ તેમાં વસ્તુસ્થિતિનું બાહ્ય વર્ણન જ હોય છે. વૈજ્ઞાનિક "વર્ણન"માં વસ્તુસ્થિતિનાં બાહ્ય વર્ણન ઉપરાંત આંતરરચના, તેમની પૂર્વાનુપૂર્વી, વસ્તુસ્થિતિની ઉત્પત્તિ અને નાશનો સંબંધ, અને તે બધું દર્શાવનાર સૂત્રરૂપી ટૂંકા

* The primary aim of science is the concise description of the knowable universe.

નિયમોના વર્ણનનો સમાવેશ થાય છે. સાદામાં સાદા અને ઓછામાં ઓછા સાંકેતિક શબ્દોનો ઉપયોગ કરીને વર્ણન આપી શકાય તેવા જ ટૂંકા નિયમો ખરા ઉપયોગી થઈ પડે છે; કારણ કે તેમાંથી જ સૃષ્ટિક્રિયાની ખરી સમજૂતી મળી શકે. વળી આ નિયમોનું "વર્ણન" એકબીજાથી અસંગત ન હોય અને કોઇ પણ હકીકત મુખ્ય સમજૂતીની વિરુદ્ધ ન જાય તેની સંભાળ રાખવી પડે છે. આ દૃષ્ટિએ અનુભવજન્ય જ્ઞાનનું સાદામાં સાદી અને સ્પષ્ટ ભાષામાં સંપૂર્ણ અને સુસંગત વર્ણન × આપવું એ જ વિજ્ઞાનનું કર્તવ્ય છે. આ વર્ણન કરવામાં જ કારણની શોધ ઘણીવાર થાય છે. સાધારણ દૃષ્ટિએ જેને આપણે કારણ કહીએ છીએ તેના કરતાં વૈજ્ઞાનિક કારણ જુદા જ પ્રકારનું છે.

×સાધારણ રીતે કારણમાં કર્તાનો કતૃત્વશક્તિનો સમાવેશ થાય છે. વૈજ્ઞાનિક કારણમાં આ કર્તૃત્વ ભાવના કરતાં ફક્ત પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધોનો જ સમાવેશ થાય છે. ન્યાયશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ કારણો બે જાતનાં હોય છે. એક તો આદિકારણ કે જેમાં પ્રયોજન, ઉદ્દેશ, ઈચ્છા, અને કર્તૃત્વ-ભાવના સ્પષ્ટ હોય છે; જેવી રીતે મેજને બનાવનાર સુતાર. બીજી જાતનાં કારણો ગૌણ અથવા નિમિત્તકારણ કહેવાય છે. તેમાં અમુક પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થતાં અમુક ક્રિયા અથવા કાર્યના પ્રાદુર્ભાવનો સંબંધ દેખાય છે; જેવી રીતે મેઘધનુષ્યનું કારણ સૂર્યનાં કિરણો. આ બે જાતનાં કારણોમાંથી બીજી જાતનાં કારણો ઉપર વિજ્ઞાન વધારે ધ્યાન આપે છે એ સ્પષ્ટ કરવું આવશ્યક છે. વિજ્ઞાનમાં 'આ શા માટે' અથવા તો 'આ કોણે બનાવ્યું' એ પ્રશ્ન અનુચિત છે; તેને બદલે 'આ શી રીતે થાય છે' એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવા વિજ્ઞાન યત્ન કરે છે. ટેબલ બનાવનારમાં નહિ પણ ટેબલ બનાવવાની રીતમાં જ વૈજ્ઞાનિકોને રસ પડે છે. અંતિમ કારણો શોધવા કરતાં અમુક બનાવો

× Comlete and consistent description of the facts of experience in simplest possible terms.

અને અમુક ઘટના કેવા સંયોગોમાં, કેવી રીતે થાય છે, અને ફરીથી ક્યારે અને કેવી રીતે થશે તે શોધવાનું કામ જેટલું વધારે કઠિન છે તેટલું જ વધારે ફલપ્રદ છે. વળી અમુક ઘટના શા માટે થાય છે તે સમજવા કરતાં તે કેવી રીતે થાય છે, અને બીજી વસ્તુઓ અને બીજી ઘટનાઓ સાથે અને બીજા જાણીતા નિયમો સાથે તેનો સંબંધ કેવી જાતનો છે તે જાણવાનું વધારે અગત્યનું છે. નિત્ય અને સ્થાયી પૂર્વાપૂર્વી વ્યાપ્તિસંબંધ શોધવામાં જ વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ પરિપૂર્ણ થાય છે. આવા વર્ણનાત્મક અને કારણરૂપ નિયમો–સૂત્રો–જેમ બને તેમ ટૂંકાં, સાદાં, સંપૂર્ણ અને સુસંગત રૂપમાં શોધી કાઢવાનો વૈજ્ઞાનિકો સતત પ્રયાસ કરે છે. ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ એટલે શું, વિશ્વમાં દ્રવ્યના કણોની ગતિ કેવા પ્રકારની છે અને તે દરેક કણની ગતિ બીજા કણથી કેવી રીતે અને કેટલી બદલાય છે એનું ટૂંકું વર્ણન એટલે ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ: આ કણો શા માટે અથવા શા કારણથી ફરે છે, અને પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો શા માટે સૂર્યની પ્રદક્ષિણા અમુક કક્ષામાં જ કરે છે તેનું કારણ સમજાવવાનો સહેજ પણ પ્રયત્ન આ નિયમમાં થતો નથી. ગ્રહો ને તારાની ગતિ સંબંધી વિશાળ ઘટનાની ટૂંકાણમાં સમજૂતી આપણને આ નિયમમાં મળે છે. આ 'વર્ણન' કેવળ ચિત્ર જેવું નહિ, પણ વિવેકપૂર્વકના અન્વેષણ અને પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધથી યુક્ત હોવાને લીધે ઘણું ઉપયોગી હોય છે.

વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર

ઇમર્સનના શબ્દોમાં× 'વિજ્ઞાનની બધી શાખાઓનો એક જ ઉદ્દેશ છે, અને તે એ કે સૃષ્ટિનિયમો શોધવા, અને વિશ્વરચનાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મેળવવી. વિજ્ઞાનની શાખાઓ જુદીજુદી હોય છે. તે દરેકનો

x All science has one aim–to flind a theory of nature—R. W. Emerson.

વિષય અને તેમના અભ્યાસની યુક્તિપ્રયુક્તિઓ ભિન્ન હોય છે તેથી વિજ્ઞાનની શાખાઓ સ્વતંત્ર અને અસંબદ્ધ છે એવો ઘણીવાર ભાસ થાય છે. પરંતુ વિજ્ઞાન માત્રનો ઉદ્દેશ એક જ છે અને તે દરેક શાખાની પદ્ધતિ તો એક સરખી જ છે. વિજ્ઞાનની ભિન્ન શાખાઓ અને તેમના સંબંધ વિષે જુદું વિવેચન કરવામાં આવશે, તેથી એ શાખાઓ વિષે વર્ણન કરવાની અત્રે જરૂર નથી. પરંતુ વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર અને તે ક્ષેત્રની સીમા અને સીમાન્તો સમજવાનો અત્રે પ્રયત્ન કરીશું. જેવી રીતે વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ વિશાળ છે, અને આખા વિશ્વને સ્પર્શ કરે છે, તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર પણ વિશાળ અને વિશ્વવ્યાપી છે. ક્લીફર્ડ નામના પ્રસિદ્ધ અંગ્રેજ તત્વવેત્તાના શબ્દોમાં* કહીએ તો મનુષ્યનું વિશ્વ એ જ વિજ્ઞાનનો વિષય; એટલે મનુષ્યના ભૂતકાળ, સાંપ્રતકાળ અને ભવિષ્યકાળની બધી ઘટનાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે. મનુષ્યનું જ્ઞાનમાત્ર એ વિજ્ઞાનનો વિષય છે: મનુષ્ય જે વસ્તુ, પદાર્થ કે વિચારને સમજી શકે તે દરેકને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી તપાસી શકાય તો તે વિજ્ઞાનનો વિષય થઈ શકે. મનુષ્યની બુદ્ધિથી સમજી શકાય તેવા બધા વિષયો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી હાલમાં તપાસી શકાય તેવા નથી. પરંતુ વિજ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે તેનાં સાધનો અને તેની સરહદો વધતાં જાય છે—તેના સીમાન્તો દૂર ખસેડાતા જાય છે. તત્વવિદ્યા અને ધર્મવિદ્યાના વિષયોમાં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ સંપૂર્ણ રીતે લાગુ પડતી નથી, પરંતુ પ્રતિવર્ષે આ સીમાન્ત પ્રદેશમાં વિજ્ઞાન પોતાના ઉજ્જ્વળ પ્રકાશનાં કિરણો નાખ્યા કરે છે; અને અજ્ઞેય અને અજ્ઞાનના પ્રદેશો ઉપર પોતાની સત્તાનો વાવટો જમાવવાનો યત્ન કરે છે. આ યત્નના પરિણામે એમ આશા રાખી શકાય કે મનુષ્યની બુદ્ધિને પ્રાપ્ય જ્ઞાનમાત્રને વિજ્ઞાનની

---

* The subject of science is the human universe, that is to say, everything that is or has been or may be related to man.—K. Clifford.

કક્ષામાં લઈ શકાશે.

પરંતુ હાલમાં તો વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની સરહદો સ્વીકારવી જોઇએ. જે ઘટનાનું જ્ઞાન બીજાને દર્શાવી શકાય તેમ ન હોય, અને બીજા મનુષ્યોથી ખાત્રી થઇ શકે તેવા સ્વરૂપમાં મૂકી શકાય તેમ ન હોય, જેને પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગની પદ્ધતિ લાગુ પાડી શકે તેમ ન હોય અને જેના કારણરૂપ ટૂંકા સુસંગત અને સુનિશ્ચિત સૂત્રરૂપ નિયમો મળી શકે નહિ, તે તે ઘટનાઓ વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની બહાર રહી જાય છે. પણ તે હમેશને માટે હોઈ શકે નહિ. સર જગદીશચંદ્ર બોસે વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ વિષે ઝીણામાં ઝીણી હકીકતો ચોકસાઇથી મેળવી શકાય તેવા નાજુક યંત્રોની શોધ કરી તે પહેલાં વનસ્પતિની વૃદ્ધિ, તેમની ચેતનશકિત, અને તેમના આંતરસ્વરૂપ વિષે વૈજ્ઞાનિકો શંકાની નજરે જોતાં, અને એ વિષયોનું સ્થાન વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની બહાર ગણાતું. તેવી જ રીતે બીજા વિષયોમાં પણ ધીમે ધીમે વિજ્ઞાનની ચોકસાઇ અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ પ્રવેશ કરતી જાય છે. ઇતિહાસ,* સાહિત્ય, કવિતા, વ્યાકરણ, પિંગલ, વગેરે વિજ્ઞાનથી દૂર ગણાતા વિષયોમાં પણ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિની અસર જણાવા લાગી છે; અને ટીકાકારો અને વિવેચકો તે દરેકને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક આશયો, વૈજ્ઞાનિક બુદ્ધિ, અને વૈજ્ઞાનિક વિચારના ધોરણોથી તપાસવા મથે છે. રાજપુરુષો પણ રાજનીતિના પ્રશ્નોમાં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો દરેક ડગલે ઉપયોગ કરવાનો યત્ન કરે છે. હાલમાં યુરોપમાં તેમ જ આપણે ત્યાં દેશના વિકાસને માટે આયોજનની પદ્ધતિ સ્વીકારવામાં આવી છે, તેમાં વિજ્ઞાન તો ડગલે અને પગલે આવશ્યક થઇ પડયુ છે. આવી રીતે પણ વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર વિશાળ થતું જાય છે. પરંતુ તે સર્વમાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ એ પ્રથમ લક્ષણ છે. તો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ શી છે તે જોઇએ.

* ઇતિહાસ અને અર્થશાસ્ત્રમા વિજ્ઞાનની પધ્ધતિના ઉપયોગ વિષે જુઓ તે વિષય ઉપરનાં ભાષણોઃ **Lectures on the Method of Science**, પૃ. ૧૭૭ થી ૨૪૧

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વિલક્ષણ છે તે છતાં કાંઇ તદ્દન અપૂર્વ ગણી શકાય નહિ. એક રીતે ન્યાયમંદિરની ઊંચામાં ઊંચી કસોટીની સાથે આ પદ્ધતિને સરખાવી શકાય, પરંતુ અદાલતોની પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં થોડોઘણો ફેર છે. વિજ્ઞાન બુદ્ધિ સિવાય બીજા કશાને પ્રમાણ ગણતું નથી. અદાલતોમાં લેખિત અથવા બીજા પુરાવાને સ્વીકારવો પડે છે. ન્યાયમંદિરમાં સત્યની પૂજા થતી નથી, પરંતુ ન્યાય તોલાય છે અને તે કાયદાની બારીકી પ્રમાણેઃ વિજ્ઞાનમંદિરોમાં કેવળ સત્યની પૂજા થાય છે—જો કે સત્યની પૂજા વિજ્ઞાનના નિયમો અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ પ્રમાણે થાય છે—તે છતાં જૂના ચુકાદા અથવા ન્યાયપ્રણાલિકાના જેવા બંધનોથી મુક્ત હોવાને લીધે વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વધારે ચોક્કસ અને સત્યપ્રધાન હોય છે. વિજ્ઞાન હમેશ પોતાના જૂના નિર્ણયો અને ચુકાદાઓ નવી રીતે તપાસતું રહે છેઃ એટલું જ નહિ પણ પ્રણાલિકાભંગના ભયની દરકાર રાખ્યા સિવાય હમેશ વધારે સાબિતી અને નવા સાક્ષીની શોધમાં રહે છે, અને જ્યારે એકવાર નહિ પણ અનેકવાર ખાત્રી થાય કે અમુક હકીકત અને સાબિતીમાંથી અમુક સિદ્ધાન્ત ફલિત થાય છે ત્યારે જ તે સંબંધી ચોક્કસ અભિપ્રાય દર્શાવે છે. ન્યાયશાસ્ત્રના નિયમો પ્રમાણે જોતાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ મિશ્રિત ગણાય. કારણ કે આગમન નિગમન બંનેનો તેમાં સમન્વય થાય છે. એમ કહી શકાય કે નિરીક્ષણ અને પ્રયોગોથી મેળવેલી હકીકતોને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવીને, તેમાંથી તર્ક અને બુદ્ધિથી નિયમો ઉપજાવવા, અને પછી આ નિયમો પાછા વધુ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવા એ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનું મુખ્ય કાર્ય છે. આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ચાર વિભાગ કરી શકાય. એક ખરી હકીકતો—તથ્યોનું સંશોધન, બીજું તેમનું વર્ગીકરણ, ત્રીજું કાર્યકારણના સંબંધ દર્શાવનાર નિયમનું શોધન અને ચોથું નિયમ-સિદ્ધિ. આ ચાર વિભાગનું વિગતવાર વર્ણન હવે કરીશું.

તથ્ય

વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ સૃષ્ટિની વિવિધ ઘટનાઓ સમજીને તેમના પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધ શોધવાનો છે એ આપણે જોઈ ગયા. પરંતુ આ કામ થઇ શકે તે પહેલાં ખરી હકીકતો મેળવવાની, અને મજબૂત પાયો રચવાની જરૂર રહે છે. સાધારણ દષ્ટિથી ખરી હકીકતો તપાસ કરતાં ખોટી માલૂમ પડે છે તેથી મૂળ પાયામાંથી જ ખરી બાતમી મેળવવી અને ખોટી બાતમીને દૂર રાખવી એ પ્રથમ કાર્ય ઘણું અગત્યનું છે. ખરી બાતમી–ખરી હકીકત-સિદ્ધ થયેલી હકીકતને અંગ્રેજીમાં "ફેક્ટ" કહે છે. તેને માટે આપણે ગુજરાતીમાં તથ્ય શબ્દ યોજીશું. "તથ્ય" એટલે વાસ્તવિક અને ખરી હકીકત; જાદુ, હાથચાલાકી, ઇંદ્રજાળ, વગેરે અનેક બાહ્ય દર્શનથી છેતરાયા વિના પ્રાપ્ત કરવામાં આવેલું ઘટનાનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ એ તથ્ય. ચાલતી આગગાડીમાંથી આપણને ઝાડ અને ખેતરો દોડતાં લાગે છે, તેવી જ રીતે સૂર્ય પૃથ્વીનું પરિક્રમણ કરે છે એમ લાગે છે. એ પ્રત્યક્ષ નજરથી જોઈ શકાતી હકીકતો ખરી છે કે ખોટી છે, અને ખરું તથ્ય શું છે તે શોધી કાઢવાનું કામ કઠિન અને અગત્યનું છે. વૈજ્ઞાનિક તથ્યનાં બે સ્વરૂપ બહુ જ ધ્યાનથી યાદ રાખવાનાં છે. (૧) ખરી બનેલી, અને ચોકસાઇથી વર્ણવેલી હકીકતને જ અને (૨) અન્ય નિરીક્ષકોથી અનુભવી શકાય, અને તેમનાથી પણ ખાત્રી કરી શકાય એવા રૂપમાં મૂકેલી હકીકતને જ "તથ્ય" નું નામ આપી શકાય. આ પ્રમાણે યોજના રાખવાથી અન્વેષકોના મનના તરંગો અને અપૂર્ણતાઓ દૂર રાખી શકાય છે, અને ખોટી માન્યતાઓ અને ખોટા પાયા ઉપરથી ખોટા સિદ્ધાંતો રચાતા અટકે છે. આ કામ બહારથી દેખાય છે તેટલું સહેલું નથી.

માન્યતા અને તથ્ય

પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિ અર્વાચીન સમયમાં

બે–ત્રણ શતકથી જ પ્રચલિત થઇ છે. પ્રાચીન દેશોમાં, ખાસ કરીને પ્રાચીન હિંદમાં, આ પદ્ધતિ અમુક અંશે પ્રચલિત હતી, પરંતુ એકવાર તે લુપ્ત થયા પછી મધ્યકાલીન સમયમાં અને તે પછીના કાળમાં પ્રયોગથી પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવાની પદ્ધતિ તદ્દન ભુલાઇ ગઇ હતી. યુરોપમાં લિયોનાર્ડો ડ વીન્સી, રોજર બેકન, અને લૉર્ડ બેકન વગેરેના પ્રયાસોથી આ પદ્ધતિનાં બીજ રોપાયાં હતાં; અને આ પદ્ધતિ પ્રમાણે તપાસ કરવાને અને સત્યશોધનને માટે ઈંગ્લંડમાં રૉયલ સોસાઇટીની સ્થાપના સન ૧૬૬૧માં થઇ હતી. આ સભાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ સમસ્ત પ્રકૃતિની ઘટનાનાં-કારણોની શોધ કરવાનો અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવાનો હતો. તે સમયમાં સાધારણ માન્યતાઓ અને ખરી હકીકતો–તથ્યનો ભેદ સમજવાનું કામ અપરિચિત હતું. અભિપ્રાયોને પ્રમાણ માનવાને બદલે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવાના પ્રશ્નોની યાદીમાં નીચેના પ્રશ્નો હતા :—

"લોહચુંબક હાથમાં રાખવાથી સાંધિવા દૂર થાય છે."

"હીરો, એ કઠણ પદાર્થ છે અને હીરાકણી સિવાય બીજા કશાથી કાપી શકાતો નથી. છતાં બકરાના લોહીથી તે નરમ થઇ જાય છે."

"તુલસીથી વીંછી ઉત્પન્ન થાય છે અને તેનાં પાંદડાં સૂંઘવાથી માણસના મગજમાં વીંછી ઉત્પન્ન થાય છે."

"હાથીના શરીરમાં સાંધા હોતા નથી, તેથી જમીન ઉપર સુઇ શકતો નથી અને ઝાડને અઢેલીને સૂએ છે. તેથી આ ઝાડ પડી જાય તો હાથી પણ મરી જાય છે."

ઉપરનાં દૃષ્ટાંતો ઉપરથી દેખાશે કે તે સમયમાં વિજ્ઞાનના પ્રાથમિક તથ્યો વિષે કેટલું અજ્ઞાન હતું. તેમ છતાં આ અજ્ઞાન દૂર કરનારાઓને તે સમયમાં લોકો ઘણું પજવતા, અને ગોલ્ડસ્મીથ અને ગુલીવર જેવા લેખકો પણ આ વૈજ્ઞાનિકોની મજાક કરવાનું છોડતા નહિ.

ગોલ્ડસ્મીથે લખેલું કે અમુક જાતનાં પતંગિયાં શું ખોરાક ખાય છે તે જાણવાથી જગત ડાહ્યું થવાનું નથી કે સુધરવાનું નથી; અને ગુલીવરે કાકડીમાંથી સૂર્યનાં કિરણો કાઢવાને આઠ વર્ષ સુધી પ્રયોગ કરનાર વૈજ્ઞાનિકનું વર્ણન આપ્યું છે! પરંતુ સાહિત્યકોનો આ વિરોધ થોડો જ સમય રહ્યો, વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ હવે સુસ્થાપિત થઈ છે. તે છતાં સાધારણ માન્યતા અને વૈજ્ઞાનિક તથ્યનો ભેદ સમજતાં ઘણાં મનુષ્યો ડગલે ડગલે ભૂલો કરે છે આવી ખોટી ઠરેલી અર્વાચીન માન્યતાનાં થોડાં દૃષ્ટાંત બસ થશે :—

"પૂર્ણિમાને દિવસે વાદળાં ઓછાં થાય છે"*
"ચન્દ્રની વધઘટની સાથે હવામાનમાં ફેર થાય છે"+
"ગ્રહો અને તારાની ગતિથી હવામાનમાં ફેરફાર થાય છે."×
"તોપોના ભડાકા થવાથી વરસાદ બહુ થાય છે"=

---

* પંદર વર્ષ સુધી નિરીક્ષણ કરનાર એક પાદરી વૈજ્ઞાનિકે સિદ્ધ કર્યું હતું કે વાદળાં પૂનમને દિવસે ઓછાં થતાં જ નથી ઘણુંકરીને વાદળાં સવારમાં વધારે હોય છે અને સાંજરે ઓછાં થાય છે તેથી પૂર્ણચન્દ્ર ઊગતી વખતે વાદળાં ઓછાં હોવાનો ભાસ થાય છે

\+ ચન્દ્રને લીધે હવામાં દરિયાની પેઠે ભરતીઓટ આવે છે પરંતુ તેનાથી એક ઇંચના પચાસમા ભાગ કરતાં વધારે ફેર પડતો નથી. તેથી નબળા મનના માણસ ઉપર કંઈક અસર થાય પણ તેથી કાંઈ વરસાદ કે તોફાનનો સંબંધ સિદ્ધ થતો નથી.

× આ માન્યતા જ્યોતિષની ઉત્પત્તિના સમયથી ચાલતી આવે છે. પરંતુ આ ગ્રહો અને તારા પૃથ્વીથી એટલા બધા દૂર છે કે તેમની કાંઈ પણ અસર પૃથ્વીના હવામાન ઉપર થઈ શકતી નથી આખા તારામંડળમાંથી દેખાતો બધો પ્રકાશ એકઠો કરવામાં આવે તો છત્રીસ ફીટ જેટલે છેટે મૂકેલી એક મીણબત્તી જેટલો થાય! આટલી ઉષ્ણતાથી હવામાન શી રીતે ફરી શકે? તારા અને ગ્રહોમાંથી કોઈ અજ્ઞાત પ્રકારનાં કિરણો આવીને આ હવામાનમાં ફેરફાર કરતાં હોય તો તે અસંભવિત ન ગણાય, પરંતુ તારા અને ગ્રહોની ગતિની સાથેનો હવામાનનો સંબંધ હજુ સુધી સિદ્ધ થયો નથી

= આ સંબંધી એટલું અજ્ઞાન છે કે ૧૯૧૧ માં પાર્લામેન્ટના એક સભાસદે અમુક ગામમાં બહુ વરસાદ થતો હોવાથી ત્યાંથી દૂર જઈને વહાણોને દારૂગોળાની પ્રેક્ટીસ કરવાને વિનતિ કરી હતી પરંતુ કેટલાએક વર્ષોના

"વીજળીના કડાકાની સાથે વજ્ર પૃથ્વી પર પડે છે." ×
"દેડકાં પથ્થરનાં પોલાણમાં અસંખ્ય વર્ષો સુધી જીવે છે." *

સમયના અભાવને લીધે, અને વિષયાંતર થવાના ભયને લીધે ઉપરની દરેક માન્યતા ખોટી છે એ અત્રે સિદ્ધ કરી શકાય તેમ નથી. પરંતુ તે દરેક વિષે ટૂંકાણમાં ટિપ્પણથી સમજાવવામાં આવ્યું છે તે ઉપરથી દેખાશે કે આવી માન્યતાઓ ને વૈજ્ઞાનિક તથ્યની વચ્ચે કેટલો ભેદ છે, અને વૈજ્ઞાનિક તથ્યની પ્રાપ્તિ કરવી એ કેટલું કઠિન છે.

તથ્યપ્રાપ્તિ

વિજ્ઞાનના અંતિમ પરિણામોના સત્યનો મુખ્ય આધાર આ પ્રાથમિક તથ્યની વાસ્તવિકતા ઉપર રહે છે અને તેથી આ કાર્ય ઘણું જ સંભાળથી કરવું પડે છે. વિજ્ઞાનની "ચોકકસ" ગણાતી શાખાઓમાં ખગોળવિદ્યા પ્રથમ છેઃ કારણ કે તેનાં તથ્યો હજારો વર્ષોથી નિર્ણિત થતાં આવે છે. પ્રાચીન સમયમાં જ્યોતિષની દૃષ્ટિએ ખગોળવિદ્યાનો અભ્યાસ થતો તેથી ગ્રહો અને નક્ષત્રો સિવાય દૂરના તારાઓ સંબંધી મનુષ્યનું જ્ઞાન ઘણું ઓછું હતું. તે જ્ઞાન ચોકસાઈથી

મેળવનારા અને આકાશનો નકશો તૈયાર કરનારા ખગોળવેત્તાઓએ વર્ષો સુધી મહેનત કરી છે ટાઇકોબ્રાહી (૧૫૪૬–૧૬૦૧) નામના ઉમરાવ કુટુંબના એક ખગોળવેત્તાએ પચીસ વરસ સુધી ફક્ત આકાશના તારાઓનું નિરીક્ષણ કરી તેની નોંધ લીધા કરી હતી. તેના ચોક્કસ નિરિક્ષણને લીધે કૅપ્લરનું નિયમશોધનનું કામ સરળ થયું હતું. હર્ષલ નામનો ખગોળવેત્તા વર્ષો સુધી આખી રાત તારાની ગતિની દૂરબીનવતી નોંધ કરતો, શ્વાબે નામના એક ખગોળવેત્તાએ સૂર્યમાં દેખાતાં ધાબ્બાં ત્રીસ વરસથી વધુ સમય સુધી રોજ દૂરબીનથી તપાસ્યાં છે, હજુ પણ આકાશ જોવાનું અને નવા તારાઓ નીરખવાનું અને તેમના ચોક્કસ સ્થાનનું નિર્ણય કરવાનું કામ પૂરું થયું નથી. સેંકડો વર્ષો પહેલાં શરૂ થયેનુ તારાની યાદી બનાવવાનું કામ અખૂટ મહેનત અને શ્રમ ઉઠાવવા છતાં હજુ પણ સમાપ્ત થયું નથી, એ ઉપરથી વિજ્ઞાનની હકીકતો ઉપરથી તથ્યો ઉપજાવવાનું કામ કઠિન છે તેનો ખ્યાલ આવશે

તથ્યની વ્યવસ્થા

આ પ્રમાણે તથ્યો એકઠાં કર્યાં પછી પણ તેમને વર્ગ પાડીને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવાનુ કામ સહેલું નથી અસંખ્ય હકીકતોને ત્રુટક રીતે એકઠી કરવાથી અને તેમની માત્ર મોટી સંખ્યાથી મનુષ્યની બુદ્ધિ તેમાંથી લાભ ઉઠાવી શકતી નથી, પરંતુ આ ત્રુટક હકીકતોને ક્રમવાર અને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવતા તેમાથી કાંઈક નિયમ અને વ્યવસ્થાનો ઉદ્ભવ થાય છે ત્યારે જ જ્ઞાનનો ખરો વધારો થાય છે વિચાર અને વ્યવસ્થા વગર હકીકતો પ્રાપ્ત કરવામાં સમય અને મહેનતનો વ્યય વ્યર્થ જાય છે નવા પ્રાણીઓની શોધ કરવી, નવાં નવાં રાસાયનિક દ્રવ્યો બનાવવાં, ભૂગોળના અજ્ઞાત પ્રદેશોની શોધ અને નોધ કરવી વગેરે કેવળ તથ્ય એકઠાં કરવાનાં કામ અગત્યનાં છે, પરંતુ આ તથ્યોને જ્યાંસુધી ક્રમવાર અને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં આવે નહિ ત્યાં સુધી તે ઉપયોગી થતા નથી. કેવળ નવાં

તથ્યો શોધવાની જિજ્ઞાસાને બદલે જૂના નિયમોની શોધમાં અને તેમની વાસ્તવિકતાની વધુ સાબિતી મેળવવાને માટે જ પ્રયાસો થવા જોઈએ. નવાં રાસાયનિક દ્રવ્યો ફક્ત શોખને માટે બનાવાતાં નથી. પણ અમુક રાસાયનિક સંયોજન કે બંધારણના નિયમોની વાસ્તવિકતા સિદ્ધ કરવાના હેતુથી જ એ પ્રયોગો કરવામાં આવે છે. નહિ તો પછી હેતુ વગરની એ બધી પ્રવૃત્તિ વ્યર્થ જાય છે. આવી જ રીતે બીજા વિષયોમાં પણ વિજ્ઞાનનાં નવાં તથ્યો અમુક નિયમ કે અમુક વિચારપદ્ધતિના સમર્થનને માટે શોધવામાં આવે છે. તેવી શોધમાં ઘણીવાર નવી નવી વિચિત્ર ઘટનાઓ પણ મળી આવે છે, અને તે ઘટનાઓની વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવણ કરવાનું કામ ઘણું અગત્યનું છે. પક્ષીઓના સંચાર સંબંધી તથ્યો એકઠાં કરનાર એક વૈજ્ઞાનિકને તે તથ્યો એકઠાં કરતાં જેટલો સમય લાગ્યો હતો તેના કરતાં વધુ સમય તેમનું પૃથક્કરણ કરીને, તેમને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં લાગ્યો હતો. એ અને એના જેવા અનેક અન્વેષકોનાં દૃષ્ટાંત પ્રસિદ્ધ છે.

આ વ્યવસ્થાપૂર્વક વર્ગીકરણનું પ્રયોજન નિયમશોધનનું છે, અસંખ્ય ત્રુટક અને અસંબદ્ધ લાગતાં તથ્યોમાંથી એક નિયમ તારવવો એ ઘણા શ્રમનું કાર્ય છે. કેટલાએક પ્રતિભાશાળી વૈજ્ઞાનિકો પોતાની કલ્પનાશક્તિ ઉપર આધાર રાખીને આ શ્રમ બચાવી લે છે. જડ અંધકારમાંથી જેમ બ્રહ્મના ચિંતનથી× સૃષ્ટિનું સર્જન થયું ગણાય છે, તેવી જ રીતે ત્રુટક અસંખ્ય અને વિવિધ હકીકતોના અંધકારમાંથી વૈજ્ઞાનિકોને ચિંતનથી એ હકીકતો સમજાવનાર નિયમનું ઘણીવાર ઓચિંતું સ્ફુરણ થાય છે; આ સ્ફુરણમાં કલ્પનાશક્તિ ઘણીવાર ઉપયોગી થઈ પડે છે. ન્યૂટનને ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ ઝાડપરથી સફરજનને પડતું જોવાથી સ્ફુર્યો હતો એમ કહેવાય છે, ડાર્વિનનેઉત્ક્રાન્તિ-વાદ માલ્થસના 'અતિ-પ્રજનન' એ વિષયના પુસ્તક ઉપરથી સ્ફુર્યો હતો; શક્તિના સંરક્ષણનો નિયમ પણ મેયર નામના દાક્તરને જાવામાં દરદી-

× "Spirit brooding over chaos."

ઓના અશુદ્ધ રક્તનો અસાધારણ લાલ રંગ જોવાને લીધે સ્ફુર્યો હતો. (ઉષ્ણ પ્રદેશોમાં લોહીનું ભસ્મીકરણ + ઓછું થાય છે, તેથી ખોરાક ઓછો લેવાય છે; તેથી ખોરાક અને બળના સંબંધ વિષે વિચાર સ્ફુર્યા હતા.) તે છતાં આવાં સ્ફુરણોમાં કે કેવળ કલ્પનામાં સાફલ્ય નથી; ત્રણે દૃષ્ટાંતોમાં સ્ફુરણો મળ્યાં પછી તેમની કલ્પનાને સિદ્ધ કરતાં એ દરેક અન્વેષકને પંદરથી વીસ વર્ષ લાગ્યાં હતાં, અને એટલાં વર્ષના અંતે જ તેમણે પોતાના સિદ્ધાન્તો જાહેર કર્યા હતા. એમની કલ્પનાશક્તિના કરતાં એમની મહેનત, ખંત અને ધીરજ એ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં વધારે યાદગાર રહેશે.

નિયમશોધન

કેવલ કલ્પનાશક્તિથી પ્રાપ્ત કરેલા નિયમો ઘણીવાર ખોટા પડે છે; અને ઘણીવાર બધી મહેનત વ્યર્થ જાય છે. જુદાં જુદાં તથ્યોને ખોટા વર્ગમાં મૂકવાથી, તેમની વાસ્તવિક અગત્ય ભુલાઈ જાય છે અને તેથી પરિણામો પણ દોષિત થાય છે. માટે તથ્યો એકઠાં કર્યાં પછી પણ તેમનું પૃથક્કરણ અને વર્ગીકરણ કરવાનું અને તેમાંથી વ્યવસ્થાનાં તત્ત્વો શોધવાનું કામ ઘણી જ સંભાળ અને ચતુરાઈથી કરવાનું છે. તેમાં નકશા, પત્રકો, કોઠા, રેખાઓ,* વગેરે યુક્તિઓના લાભ લેવાથી કામ સરળ થાય છે, નિયમિત અને અનિયમિત વર્તન સહેલાઈથી પારખી શકાય છે, અને તેથી બંનેનો ભેદ સમજીને તેમાંથી વધુ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણની નવી દિશા અને નવાં ક્ષેત્ર શોધવાની તક મળે છે. રસાયનવિદ્યામાં મેન્ડેલીફ નામના રશિયન વિદ્વાને બધાં રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના અણુવજનની સંખ્યા પ્રમાણે ગોઠવવાથી, અને તે પ્રમાણે એક કોષ્ટક તૈયાર કરવાથી રાસાયનિક અન્વેષણને ઘણી રીતે ઉત્તેજન મળ્યું છે. કોષ્ટકમાં ખાલી રહેલી જગ્યાએ નવાં તત્ત્વો હોવાં જોઈએ એ વિચારથી તેની શોધ કરવાની પ્રવૃત્તિ થઈ અને સામગ્રી પણ મળી. વળી જૂનાં જાણીતાં તત્ત્વોનાં અણુભારાંકમાં

+ oxidation * curves

પ્રયેાગાત્મક ભેદ અથવા ભૂલ શેાધવાનું નવું સાધન પ્રાપ્ત થયું.

તથ્યેાની વ્યવસ્થા કરવાનું કામ ફક્ત બહારની ગેાઠવણુમાં જ પૂરું થતું નથી. દરેક તથ્યને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગેાઠવવામાં અને તેની પરીક્ષા કરવામાં તે વિષયના ખાસ શિક્ષણની જરૂર પડે છે. રાસાયનિકેાના હાથે પદાર્થના વાસ્તવિક સ્વરૂપની તપાસ કરવાને માટે પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે. તે કામથી શિલા અને પથ્થરની બારીક પતરી ઘસીને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર નીચે જોવાનું કામ જુદા જ પ્રકારનું હેાય છે, અને તેથી પ્રાણીવિદ્યાના અભ્યાસીએાનું પ્રાણીએાની અંદરની રચના જોવાનું કામ અથવા તેા જંતુશાસ્ત્રીએાની કામ કરવાની યુક્તિએા જુદા જ પ્રકારની હેાય છે, તે છતાં વિજ્ઞાનની બધી શાખાએાના અભ્યાસની પ્રણાલિકા છેવટે એકસરખી જ હેાય છે. દરેક ઘટના સંબંધી સઘળું જ્ઞાન મેળવ્યા પછી, ખરી ખેાટી હકીકતેા જુદી પાડયા પછી અને બધાં તથ્યેાને એકઠાં કર્યાં પછી અથવા તેા એકઠાં કરવાની ક્રિયામાં જ ઘણા પ્રકારના સંબંધેા સ્પષ્ટ થાય છે, તેમની પૂર્વાનુગામી વસ્તુસ્થિતિ સ્પષ્ટ થાય છે અને સાથેના કાર્યકારણના સંબંધની દિશાનું કાંઇક રેખાદર્શન થાય છે. તે ઉપરથી વ્યાપ્તિએા પણ સ્ફુરી આવે છે. આ સ્ફુરણેા નૈસર્ગિક શેાધકબુદ્ધિવાળાએાને ફક્ત કલ્પના અને વિચારથી જ સ્ફુરે છે;× પરંતુ સાધારણ વૈજ્ઞાનિકને તેા ઘણી મહેનત અને ચિંતનને જ પરિણામે પ્રાપ્ત થાય છે. પહેલા પ્રકારના સ્ફુરણેાનાં દૃષ્ટાંત ન્યૂટન અને ડાર્વિન અને મેયરનાં આપણે જોઇ ગયા. બીજા પ્રકારનાં સ્ફુરણેાનાં ખાસ દૃષ્ટાંત તેા વૈજ્ઞાનિકેાનાં કાર્યમાં રેાજ મળે છે. સૂર્ય ઉપરના ડાઘનેા સતત ત્રીસ વર્ષ અભ્યાસ કરનાર શ્વાબે ફક્ત એક જ વ્યાપ્તિરૂપ નિયમ શેાધી શકયેા હતેા કે સૂર્ય ઉપર દેખાતા આ ડાઘ નિયમિત રીતે વધતા-ઘટતા દેખાય છે

× વધુ માટે જુએા Tyndall, On the Scientific use of Imagination.

અને આ વધઘટ-કાળ લગભગ દર દસ વર્ષે ફરીથી આવે છે. પરંતુ તેથી સ્વાએનું કામ વ્યર્થ ગયું એમ કહી શકાય નહિ. તેના જેવા અસંખ્ય વિજ્ઞાનીઓ ફકત તથ્યો ચોકસાઇથી એકઠાં કરીને રાખી મૂકે છે; આ તથ્યોમાંથી કેપ્લર, ન્યૂટન કે ડાર્વિન જેવા કોઇ એક પ્રતિભાશાલી વિચારકો જ વ્યાપ્તિમય નિયમોની શોધ કરી શકે છે. વર્ણનાત્મક વનસ્પતિશાસ્ત્ર, વર્ણનાત્મક જીવનવિદ્યા, વર્ણનાત્મક રસાયનવિદ્યા વગેરે અનેક વિજ્ઞાનની શાખાઓના વર્ણનાત્મક વિભાગોમાં કેવલ તથ્યોનો સંગ્રહ હોય છે, પરંતુ તે વર્ણનાત્મક વિભાગમાંથી નવા નિયમો અને સિદ્ધાન્તો ફલિત થાય ત્યારે ખરું વિજ્ઞાન ઉદ્‌ભવે છે. ટાઇકોબ્રાહી જેવા ખગોલવેત્તા બધાં તથ્યો એકઠાં કરે ત્યાર પછી જ કેપ્લર જેવા વિચારકોને નિયમ-શોધનનું કાર્ય સૂઝે અને ત્યાર પછી જ ન્યૂટન જેવા મહાવિજ્ઞાનીનું કામ સિદ્ધ થઈ શકે. તથ્ય શોધવાનું અને નિયમ શોધવાનું એ બે કાર્ય ઘણા જુદા જ પ્રકારનાં છે. એ વિષે લૉર્ડ કેલ્વીન બહુ ભાર દેતા. તેઓ પહેલા કાર્યને "કુદરતનો ઇતિહાસ" અને બીજા કાર્યને "કુદરતનું તત્વજ્ઞાન" એમ કહેતા. આ શબ્દો હવે વપરાતા નથી, પરંતુ તે ઉપરથી નિયમશોધનના કાર્યની અગત્ય સમજાય છે.

નિયમસિદ્ધિ

"નિયમશોધન" પછી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનું ચોથું પદ "નિયમસિદ્ધિ"નું આવે છે. ન્યાયશાસ્ત્રના કે નીતિશાસ્ત્રના નિયમો કરતાં વિજ્ઞાનના નિયમોની સિદ્ધિ વિલક્ષણ પ્રકારની હોય છે. પ્રયોગ કે નિરીક્ષણથી નિયમો સિદ્ધ થાય નહિ ત્યાંસુધી નિયમોને સિદ્ધાન્તનું રૂપ આપી શકાતું નથી. સત્યનો જ વિજય થાય છે, અને પ્રામાણિકતા જ વ્યાપારમાં ફત્તેહ આપે છે એ નિયમોના અપવાદ જોઇને સાધારણ મનુષ્યની એ નિયમોમાં શ્રદ્ધા નષ્ટ થાય છે; પરંતુ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સ્વીકારાતાં પહેલાં તેમની એટલી સખ્ત કસોટી થાય છે કે પછી

થાય છે એમ સિદ્ધ થાય તો જ કાર્યકારણનો સંબંધ સિદ્ધ કરી શકાય, અને તે પણ ક્યારે બને કે પ્રયોગો કે નિરીક્ષણમાં બીજી બધી પરિસ્થિતિ તદ્દન સરખી જ રાખવામાં આવી હોય. પ્રયોગની બીજી બધી પરિસ્થિતિ સરખી જ રાખવી અને ફક્ત એક કારણ-રૂપ પરિસ્થિતિ જુદી રાખીને તેને પ્રયોજકની ઈચ્છા પ્રમાણે નજીક કે દૂર કરી શકાય એવી વ્યવસ્થા કરવી ઘણી કઠિન છે. પણ તેવા નિર્ણાયક પ્રયોગો વિના વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો નિશ્ચિત થવા મુશ્કેલ છે.

શીત જ્વરનું કારણશોધન

વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનાં એકબે દૃષ્ટાંત આપવાથી આ વિષય જરા સરળ થશે. સાધારણ શીતજ્વર (ટાઢિયા તાવ) નું કારણ વર્ષો સુધી ઝેરી હવા ગણાતું. ભેજવાળી જમીનમાંથી ઝેરી હવા નીકળે છે અને આ હવાથી ટાઢિઓ તાવ આવે છે એમ મનાતું. મેલેરિયા અંગ્રેજી શબ્દનો અર્થ જ એ કે "ખરાબ હવા". અત્યારે આપણે જાણીએ છીએ કે મચ્છરથી આ રોગ થાય છે, પરંતુ તે સિદ્ધ થતાં પહેલાં વર્ષો સુધી ઘણાએક વૈજ્ઞાનિકોને તે વિષે પ્રયાસ કરવો પડયો હતો. પહેલાં તો મેલેરિયા સંબંધી ખરી હકીકતો-તથ્યો-મેળવવાનું કામ કઠિન હતું. દાક્તરો અમુક દવાથી તાવ જાય છે એ માનીને જ સંતોષ માનતા, આ તાવથી લોહીમાં શું ફેરફાર થાય છે તેનો અભ્યાસ જ નહોતો થયો: જંતુવિદ્યાની પ્રગતિ સાથે એમ નક્કી થયું કે મેલેરિયાના કેસમાં લોહીમાં અમુક જાતનાં પરોપજીવી જંતુઓ હમેશ દેખાય છે. તેમાં પણ ત્રણ જાતના મેલેરિયા તાવમાં જુદાં જુદાં જંતુઓ દેખાય છે. આ બધાં તથ્યોનું વર્ગીકરણ કરતાં એક પ્રકારનાં જંતુઓ અને મેલેરિયાનો સંબંધ જણાયો. પરંતુ કેવલ બહારના સંબંધથી અંજાઈ ન જતાં આ વ્યાપ્તિસંબંધને નિર્ણાયક પ્રયોગથી સિદ્ધ કર-વાની જરૂર હતી. આ જંતુઓનો નવો સમૂહ બનાવીને તેને તંદુ-રસ્ત મનુષ્યના શરીરમાં દાખલ કરતાં મેલેરિયા લાગુ પડતો જોવામાં

આવ્યો; તેથી મેલેરિયા તાવનું કારણ આ જંતુઓ છે એ તો નક્કી થયું. પરંતુ તેનો અને મચ્છરનો સંબંધ શું? મેલેરિયાનાં જંતુઓ કેવી રીતે જીવે છે, મરે છે, જન્મે છે અને જન્મ આપે છે એ સર્વ હકીકતો મેળવતાં વર્ષો થયાં. આ કામ સર રોનલ્ડ રોસના હાથે કલકત્તામાં થયું હતું. તેમણે સિદ્ધ કર્યું કે આ જંતુઓ મચ્છરના શરીરમાં જ જીવી શકે છે; અને એક મનુષ્યને ચઢેલો મેલેરિયા બીજા મનુષ્યને આ મચ્છર મારફત ચઢી શકે છે. આ સિદ્ધ કરવાનું કાંઈ સહેલું નહોતું; કારણ કે મચ્છરની આશરે ત્રણસો જાત છે; પણ તેમાંથી અમુક જાત જ અને ખાસ કરીને "એનોફેલીસ" નામના ખૂંધવાળા મચ્છરો જ આ જંતુઓને નિભાવી શકે છે. આ જાતના મચ્છરો જુદા પાડીને તેમાંથી જંતુઓનાં જીવન, વૃદ્ધિ અને મૃત્યુ સંબંધી સર્વ હકીકત મેળવતાં સર રોનલ્ડ રોસને ઘણાં વર્ષો લાગ્યાં. ત્યારપછી પણ મચ્છરો અને મેલેરિયાના સંબંધ વિષે નિર્ણાયક પ્રયોગો કરવા પડયા હતા. આ પ્રયોગોના અંતે નક્કી થયું કે સાધારણ તંદુરસ્ત માણસને મેલેરિયા લાગુ પડવાનો એક જ રસ્તો તેના લોહીમાં અમુક જાતના મચ્છરની મારફત આ રોગનાં જંતુ દાખલ થવાં જોઈએ છે; એટલે કે તે જાતના મચ્છરોનો નાશ કરવામાં આવે તો, આ જંતુઓ બીજા સાજા મનુષ્યોમાં દાખલ થઈને પોતાનું જીવનચક્ર પૂરું કરી શકે નહિ, અને મેલેરિયા રોગનો નાશ થઈ જાય. સાજા મનુષ્યને મેલેરિયાવાળા મચ્છર કરડવાથી તે રોગનાં જંતુ તેના લોહીમાં દાખલ થાય છે અને મચ્છરદાની વગેરે વડે આ મચ્છરોને દૂર રાખવાથી શીતજ્વર લાગુ પડતો નથી એ પણ નિર્ણાયક પ્રયોગોથી સિદ્ધ થયું છે. કોઇદન એ આ શીતજ્વર માટે અનુભવસિદ્ધ દવા છે તેનું પણ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણ થયું છે; આ દવાથી લોહીમાંના જંતુ ઉપર થતી અસર નોંધવાથી આ દવા કેવળ અનુભવસિદ્ધ નહિ પણ વિજ્ઞાનસિદ્ધ ગણાય છે, કારણ કે તે રોગના મૂળ કારણરૂપ જંતુનો નાશ કરે છે એમ સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર વડે જોઈ શકાય છે.

આ પ્રમાણે કાર્યકારણ સંબંધ સ્થાપિત થવાથી મેલેરિયા દૂર કરવાનાં સાધનો પણ જાણીતાં થયાં; અને હવે દરેક ગામમાં મેલેરિયા દૂર કરવાને મચ્છરોનો અને તેમને ઊછરવાને અનુકૂળ ખાબોચિયાંનો નાશ કરવાનો, અથવા તો તેમાં ઘાસતેલ નાખીને તેનાં ઈંડાંને મારી નાખવાનો રિવાજ સાધારણ થઇ પડયો છે. હિંદુસ્તાનમાં દર વર્ષે લાખો માણસો આ રોગથી જ મરે છે, તેમાં કાંઇ ઘટાડો થવાનો સંભવ હવે લાગે છે. મેલેરિયાની માફક પીળા તાવનું કારણ પણ અમુક જાતના મચ્છર છે એમ સિદ્ધ થયું છે અને તે થયા પછી પનામાની નહેરના પ્રદેશો, અને દક્ષિણ આફ્રિકાના કેટલાએક પ્રદેશો વસવાને લાયક થયા છે. આ લાભ કરતાં કાર્યપદ્ધતિની ચોકસાઈ વધારે અગત્યની છે; અને તે ઉપર ધ્યાન આપવાનું છે.

નિર્ણાયક પ્રયોગ

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં નિર્ણાયક પ્રયોગનું સ્થાન સચોટ દર્શાવનાર એક પ્રસંગ પાશ્ચરના જીવનમાં પ્રસિદ્ધ છે. એકવાર કૃત્રિમ રીતે શીતળા કઢાવ્યા પછી બીજી વાર શીતળાનો રોગ મનુષ્યને થતો નથી અથવા તો થાય છે તો ઘણા જ નરમ રૂપમાં થાય છે એ પ્રયોગોથી જેનરે સિદ્ધ કર્યું હતું. તેવા જ પ્રયોગો પાશ્ચરે "એન્થ્રાક્સ"ના સંબંધમાં કર્યા હતા અને તેણે બનાવેલી રસીનો ઉપયોગ કરવાથી આ રોગ થતો નથી અને થાય તો ઘણા જ ઝીણા રૂપમાં થાય છે એવું પ્રતિપાદન કર્યું હતું. પરંતુ પાશ્ચરનો આ વિચાર કોઈએ કબૂલ રાખ્યો નહિ, અને જાનવરના દાક્તરો, અને ઢોરોના અનુભવીઓએ તેના અભિપ્રાયને હસી કાઢયો; અને છાપાંઓમાં તેના વિરુદ્ધ ઘણી ટીકા થઈ. બધું વાતાવરણ તેની પ્રતિકૂલ હતું, પરંતુ છેવટે નિર્ણાયક પ્રયોગ કરવાની શરતો લડાઈ અને પ્રાચીન સમયના શાસ્ત્રાર્થની માફક એક વિજ્ઞાનાર્થ-વિજ્ઞાનયજ્ઞ-યોજવામાં આવ્યો. પચાસ ઘેટાં લેવામાં આવ્યાં: પચીસને એંથ્રાક્સના મૃત જંતુઓમાંથી બના-

વેલી રસી મૂકવામાં આવી, બીજાં પચીસને એમને એમ રહેવા દેવામાં આવ્યાં. થોડા દિવસ પછી આ બધાં ઘેટાંને સાથે એંથ્રાક્સનાં જીવતાં જંતુઓની બહુ જલદ રસી મૂકવામાં આવી. પછી બધાં ઘેટાંને ભેગાં કરવામાં આવ્યાં અને મોટા દાક્તરો, અનુભવીઓ, અને વૈજ્ઞાનિકોની કમિટીની દેખરેખ નીચે રાખવામાં આવ્યાં. ૧૮૮૧ના જૂન માસની બીજી તારીખે આ પ્રયોગનું છેવટ આવવાનું હતું; તે દિવસનો ઉત્સાહ અને આનંદ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં ચિરસ્મરણીય રહેશે. જે પચીસ ઘેટાંને પહેલેથી રસી મૂકવામાં આવી નહોતી તે બધાં તે જ દિવસે અથવા રાત્રે એંથ્રાક્સથી મરી ગયાં—પરંતુ બીજાં પચીસ જેને પહેલેથી રસી મૂકેલી હતી, તે તદ્દન સાજાં રહ્યાં. આ સભામંડપમાં જે વખતે પાશ્ચર દાખલ થયો તે વખતે તેને મળેલો તાળીઓનો આવકાર અપૂર્વ પ્રકારનો હતો. પાશ્ચરે પોતાના પ્રયોગોની ચોકસાઇથી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા વિષે બધી શંકા દૂર કરી હતી. આ જ પદ્ધતિનો ઉપયોગ પછીથી પાશ્ચરે હડકવાના રોગ ઉપર કર્યો હતો, અને તેના આ અન્વેષણથી મનુષ્યના કષ્ટસાધ્ય રોગોમાંથી એક રોગ ઓછો થયો છે. પાશ્ચરને નિર્ણાયક પ્રયોગ ઉપર એટલી બધી શ્રદ્ધા હતી કે તે હમેશ તેના પ્રયોગની બે જોડ રાખતો, પણ તે કેટલાએક વેપારીઓ ખોટા હિસાબના ચોપડા રાખે છે તેવી દૃષ્ટિએ નહિ; બંને પ્રયોગમાં પરિસ્થિતિ તદ્દન સરખી જ રાખીને નિર્ણાયક કારણનો ભેદ રહે એટલો જ ફેર રાખી ખરું કારણ શોધવાને માટે જ.

ઉપરના વિવેચનથી વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સ્વીકારાતા પહેલાં કેટલી સખત કસોટીમાંથી પસાર થાય છે તેનો ખ્યાલ આવશે. હકીકતો મેળવી, તેમાંથી તથ્ય છૂટાં પાડી, તેમનું વર્ગીકરણ કરીને નિયમો મેળવવામાં આવે, અથવા તો કેવળ કલ્પનાથી નિયમો પ્રતિપાદન કરવામાં આવે, તોપણ છેવટની કસોટીમાંથી છૂટવાને ઘણા જ થોડા સિદ્ધાન્તો ભાગ્યશાળી નીવડે છે. અમુક ઘટના કે

અમુક સૃષ્ટિક્રિયાની સમજુતી માટે નિયમરૂપ અમુક કૂંચીથી બધી શંકાના ઉત્તર મળે તો જ તાળું ખૂલી શકે; તે વિષયનાં બીજાં તથ્યોનો ખુલાસો મળે, બધાં તથ્યોની સાથે બંધબેસતી થાય તો જ તે કૂંચી સ્વીકારાય છે, અને નિયમનો આદર થાય છે. પરંતુ તેમાં કોઈ પણ ત્રુટિ દેખાય તો તે કૂંચી નાખી દઇને બીજી બનાવવી પડે છે. વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણના કારખાનામાં આવી નકામી પડેલી કૂંચીઓ અસંખ્ય છે. આ સંબંધી પ્રખ્યાત પ્રયોગશાસ્ત્રી ફૅરેડેએ કહ્યું હતું કે "વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકના મનમાંથી પસાર થતા અસંખ્ય વિચારો અને કલ્પનાઓમાંથી કેટલા મોટા ભાગનો નાશ પોતાના હાથે જ પોતાની તીવ્ર વિવેચક બુદ્ધિ અને સખ્ત ટીકાને લીધે થાય છે તેનો ખ્યાલ સાધારણ મનુષ્યને આવી શકે જ નહિ." આ મનોવ્યથા વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકને કેટલો ત્રાસ આપે છે એ કવિ ઉમાશંકર જોષીએ "જ્ઞાનસિદ્ધિ (એક વૈજ્ઞાનિકની આત્મકથા)" એ કાવ્યમાં સુંદર અને સચોટ રીતે વર્ણવ્યું છે. "વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ" એ પ્રકરણમાં એનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે.



પ્રકરણ
૨ જું:

વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ

વૈજ્ઞાનિકોના જીવનનું ખરું રહસ્ય તેમની માનસિક વૃત્તિમાં છે. અને તેથી વિજ્ઞાનનું ખરું સ્વરૂપ પીછાનવું હોય તો વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ બરાબર જાણવી જોઇએ. સાધારણ જ્ઞાનને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો સંસ્પર્શ થયા વિના તેમાં વિજ્ઞાનનાં તત્વો ઉદ્દભવતાં નથી; તેવી જ રીતે સાધારણ મનુષ્યની માનસિક વૃત્તિમાં ફેર થયા વિના તેનાથી વૈજ્ઞાનિક જીવનનો લાભ લઈ શકાતો નથી. ગીતામાં અર્જુને પ્રશ્ન પૂછ્યા છે કે યોગીઓ કેવી રીતે બેસે છે? કેવી રીતે ચાલે છે? કેવી રીતે વાતો કરે છે? કઈ ભાષામાં બોલે છે? આવા જ પ્રશ્નો વૈજ્ઞાનિકો અને તેમની માનસિકવૃત્તિ વિષે પૂછવા યોગ્ય છે. વિજ્ઞાનના ભક્તોને પણ ગીતામાં વર્ણવેલા યોગીઓના કેટલાએક લક્ષણો સંમત છેઃ "નિઃસ્પૃહઃ" "નિર્મમો," "નિરહંકારઃ". તે ઉપરાંત સત્યપ્રેમ, સત્યનિષ્ઠા, સ્થિરબુદ્ધિ, અડગ નિશ્ચય, ધૈર્ય, મહેનત, તીક્ષ્ણ નિરીક્ષણ બુદ્ધિ વગેરે લક્ષણો પ્રાપ્ત કર્યા વિના ખરી વિજ્ઞાનભક્તિ અશક્ય જ છે. વિજ્ઞાને જગતને આપેલી નાનીમોટી શોધો ભુલાઈ જાય અથવા તો તેમનો નાશ થઇ જાય તો પણ વિજ્ઞાનના ભક્તોએ જે આદર્શ અને ધ્યેય જગતને આપ્યાં છે, જે આત્મભોગ આપીને આદર્શમય જીવન ગાળ્યાં છે અને મનુષ્ય જીવનને કેવલ ભૌતિક રીતે નહિ પણ માનસિક અને આધ્યાત્મિક રીતે પણ ઉન્નત કર્યું છે તે માનવજીવનના ઈતિહાસમાં ભુલાય એમ નથી. વિજ્ઞાનનો દુરુપયોગ ઘણી વખત થાય છે પણ તેથી વિજ્ઞાનના આદર્શની કે કાર્યની કિંમત ઘટતી નથી; નવલકથા, કાવ્ય, અને ચિત્રકળાનો પણ દુરુપયોગ ઘણીવાર થાય છે. ધર્મને બહાને થતા ઢોંગ, અન્યાય અને જુલમ, અને અનીતિનાં દ્રષ્ટાંતો લેવા દૂર જવું પડે તેમ નથી. તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનની શોધનો દુરુપયોગ યુદ્ધમાં કે બીજા કોઇ કામમાં થાય, તો તેમાં દોષ નથી વિજ્ઞાનનો, પરંતુ છે રાજનીતિનો કે સમાજવ્યવસ્થાનો. વિજ્ઞાન

પોતાના ઉચ્ચ આદર્શોથી, પોતાના ભકતોના નિઃસ્પૃહી અન્વેષણોથી આ રાજનીતિ અને સમાજવ્યવસ્થાની અપૂર્ણતા અને દોષ પદે પદે દર્શાવે છે. પરંતુ સ્વાર્થી મુડીમાલેકો અને રાજપુરુષો જ્યાંસુધી વિજ્ઞાનનાં સત્યોને સમજે નહિ ત્યાંસુધી સમાજનાં દુઃખો અને પ્રજાઓનાં યુદ્ધો અટકવાનાં નથી. હજુ પણ આ સ્વાર્થી રાજનીતિને જગતમાંથી દૂર કરનારી કોઈ પણ સત્તાનું બળ જામવાનો સંભવ હોય તો તે વિજ્ઞાનની પૂનિત ભાવનાઓમાં અને વિજ્ઞાનનાં અંતિમ પ્રત્યેાની વાસ્તવિકતામાં જ છે. વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં જડવાદ છેલ્લા શતકમાં થોડો સમય પોતાનું સામ્રાજ્ય ચલાવી ગયો; પરંતુ જડવાદની અપૂર્ણતાઓ હવે સમજાતી જાય છે. વૈજ્ઞાનિકોના અંગત આધ્યાત્મિક જીવનના વિકાસની સાથે સમસ્ત વૈજ્ઞાનિક વિચારનો ઝોક આધ્યાત્મવાદ તરફ ઢળતો જાય છે. વિજ્ઞાનનાં પરાક્રમોની પરાકાષ્ટા જડવાદમાં જ સમાપ્ત થાય છે એ સમજણ ભૂલ ભરેલી છે; વિજ્ઞાનનું મૂલ્ય કરવું હોય તો વિજ્ઞાનસમસ્તની તુલના કરવી જોઇએ. વિજ્ઞાનનાં શુષ્ક દેખાતાં તથ્યો કે સિદ્ધાન્તોમાં જ વિજ્ઞાન પૂરું થતું નથી; વિજ્ઞાનના બાહ્ય સ્વરૂપનું રહસ્ય વિજ્ઞાનની પધ્ધતિ અને વિચારપ્રણાલિકામાં છે તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનના આત્માનું રહસ્ય વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિમાં —વૈજ્ઞાનિકોના સ્વભાવની વિશેષતામાં અને તેમના વિચાર અને કાર્યની અદ્ભુત શુદ્ધિમાં રહેલું છે.

જિજ્ઞાસા

આ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનું પ્રથમ લક્ષણ જિજ્ઞાસા છે. આ જિજ્ઞાસા બીજાના ખાનગી પત્રો વાંચવાના જેવી ક્ષુલ્લક અને ક્ષુદ્ર પ્રકારની નથી હોતી, પરંતુ નિઃસ્વાર્થી અને પવિત્ર હોય છે. ખરી બાતમી મેળવવી, સાધારણ હકીકતોમાંથી અસત્યનાં છોડાં જુદાં પાડી તથ્યની પ્રાપ્તિ કરવી એ કાર્યમાં સત્યને માટે અનહદ પ્રીતિ વિલક્ષણ પ્રેરક બળ આપે છે. પ્રેમીઓની પિપાસા, દેશભક્તોની ધગશ, અથવા તો મુમુક્ષુઓની જિજ્ઞાસા એ સર્વેના કરતાં વૈજ્ઞાનિકોની તથ્યોને માટે

તૃષ્ણા* વધારે નિઃસ્વાર્થી અને તેથી વધારે પવિત્ર હોય છે. ફરહાદ તેની શિરીનને શોધવાને માટે ડુંગરો તોડવાને તત્પર હતો; દેશભક્તોનાં દેશના માન કે મુક્તિને માટે માથું આપવાનાં દષ્ટાંતો દેશદેશના ઇતિહાસમાં મળી આવે છે; નચિકેતા જેવા મુમુક્ષુઓ મોક્ષની ઇચ્છાથી પ્રેરાઇ યમરાજા પાસે જતાં ડરતા નથી–પરંતુ એમના સર્વ યત્નોમાં કંઇપણ લાભની આશા હોય છે. પણ વૈજ્ઞાનિક યત્નોમાં, ખાસ કરીને વિજ્ઞાનનાં તથ્યોની શોધમાં, કેવળ જ્ઞાનવૃદ્ધિ સિવાય વૈજ્ઞાનિકોને કાંઇ લાભ થતો નથી. अर्थं साधयामि, देहं पातयामि વા એનાં દષ્ટાંતો મારવાડના શુષ્ક પ્રદેશોમાંથી આવનારા, અને મુંબાઈ અને કલકત્તા જેવાં શહેરોને ફુલાવનારા વ્યાપારીઓમાં મળી આવશે. પરંતુ सत्यं साधयामि, देहं पातयामि વા એવા નિઃસ્વાર્થી શોધકબુદ્ધિવાળા સત્યપ્રેમીઓ તો વૈજ્ઞાનિકો સિવાય અન્ય મળવા મુશ્કેલ છે. ઇંદ્રને અસુરોથી બચાવવા ખાતર પોતાનાં અસ્થિ આપવામાં દધીચિ ઋષિને પૂજ્ય ગણાતા દેવોની આજ્ઞા કારણભૂત હતી, પણ ધવલગિરિ કે ગૌરીશંકરના ઉચ્ચતમ શિખર ઉપર અથવા તો ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી પહોંચવા, અને ત્યાંના હવામાન વગેરે તથ્યો વિષે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં જિંદગીનું જોખમ હોવા છતાં પણ તેને માટે ફરી ફરી યત્ન કરનારા વૈજ્ઞાનિકોને આત્મભોગની સ્વયંપ્રેરિત ભાવના કારણભૂત હોય છે. કેટલાએક અંશે એમ કહી શકાય કે શિકારીઓની પેઠે નવું પરાક્રમ કરવાની ભૌતિક લાલસા એમને પ્રેરે છે. પરંતુ આ લાલસા શિકારીઓની કેવળ શિકારી અને હિંસક વૃત્તિથી ભિન્ન પ્રકારની હોય છેઃ કારણ કે આ પ્રયાસોનો અંતિમ ઉદ્દેશ તો નવાં તથ્યો પ્રાપ્ત કરવાનો–તથ્યોની તૃષ્ણા છે. આ તૃષ્ણા બિનસ્વાર્થી હોવાને લીધે વિજ્ઞાનના ઉચ્ચ આશય અને પ્રગતિનું મુખ્ય સાધન બને છે.

જિજ્ઞાસા એ મનુષ્યસ્વભાવનું સાધારણ લક્ષણ છે. નાના

---

* passion for facts

બાળકમાં પણ આ જિજ્ઞાસા સ્વાભાવિક હોય છે અને "આ શું છે", "શા માટે", "કેવી રીતે" એવા પ્રશ્નોથી ઘણીવાર માતપિતાને તેઓ પજવી મૂકે છે. ઘણી વાર આળસુ અને અજ્ઞાન માતપિતા તરફથી આ જિજ્ઞાસાને ઉત્તેજન ન મળવાથી તે દબાઇ જાય છે, અને તેથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણને આવશ્યક માનસિક વૃત્તિ ખીલવા પામતી જ નથી. વૈજ્ઞાનિકોનાં જીવનચરિત્રોમાં તેમના બાલ્યકાળમાં ખીલવેલાં આ લક્ષણો વિષે ઘણીવાર વાંચવામાં આવે છે. કલાર્ક મેકસવેલ નામના પ્રતિભાશાળી ભૌતિકશાસ્ત્રીની બાલ્યાવસ્થામાં આ વિષે ખાસ ઉલ્લેખ છેઃ તેને સાધારણ ઉત્તરથી સંતોષ ન થતો અને દરેક પ્રશ્નને માટે ચોક્કસ ઉત્તર મેળવવા મથતો; "આનું કારણ શું" એટલાથી સંતોષ ન માનતાં "આનું ખાસ કારણ શું" એ પ્રશ્નથી વધારે માહિતી મેળવવા તે યત્ન કરતો. આ ઉત્કંઠા અને જિજ્ઞાસા વૈજ્ઞાનિકોના જીવનરસરૂપ છે. પરંતુ તે બાળકોના પ્રશ્નોના જેવી ક્ષણજીવી અને ક્ષુલ્લક નથી હોતી સત્યશોધકના પવિત્ર આદર્શને લીધે આ જિજ્ઞાસામાંથી શુદ્ધ અને સાત્વિક માનસિક સ્થિતિ સધાય છે. તે સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરવા માટે ચોકસાઈ, બારીક નિરીક્ષણની ટેવ, સ્પષ્ટતા વગેરે ગુણો પણ આવશ્યક થઈ પડે છે.

ચોકસાઈ

કેવળ સત્યને માટેની જિજ્ઞાસા આ ગુણો વિના નિષ્ફળ જાય છે. તથ્યો એકઠાં કરવાની ઇચ્છા ઘણીયે તીવ્ર હોય તો પણ તે બારીક નિરીક્ષણ અને ચોકસાઇથી પ્રાપ્ત કરવામાં ન આવ્યાં હોય અથવા તો તેમને સ્પષ્ટતાથી વર્ણવવામાં ન આવ્યાં હોય તો બધી મહેનત વ્યર્થ જાય છે. વિજ્ઞાનનો પાયો ચોકસાઇથી પ્રાપ્ત કરેલાં તથ્યો ઉપર રચાયલો હોય છે. તેથી તેમના નિર્ણયમાં કે વર્ણનમાં કોઇ પણ ઠેકાણે અચોકકસતા જણાય તો સર્વ કાર્ય દોષિત થાય છે અને તજી દેવું પડે છે. આ ચોકસાઇ જેટલી આવશ્યક છે તેટલી જ પ્રાપ્ત કરવી કઠિન છે. ઘણાં બાળકો પોતાના જાગ્રત અને સ્વપ્ના-

વસ્થાના અનુભવ વચ્ચેનો ભેદ સમજી શકતાં નથી, અને સ્વપ્નને પણ સાચું માને છે, તેવી જ રીતે પ્રાચીન સમયના કેટલાએક-મુસાફરોએ પોતાના અનુભવનાં વર્ણન કરતી વખતે પોતે નજરે જોયેલી ખરી હકીકતો, બીજા લોકોએ કહેલી વાતો, અને પોતાના માનસિક અભિપ્રાયો એકઠા કરી નાખ્યાં છે. આવી નોંધપોથીઓ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં નિરુપયોગી થઇ પડે છે. એક સાધારણ બનાવની હકીકત ત્રણ ચાર જુદાં જુદાં મનુષ્યો જુદી જ રીતે કહેશે. તેને ચોકસાઈથી અને પોતાના અંગત અભિપ્રાયથી રંગ્યા સિવાય વર્ણન કરનારા ઘણા ઓછા જ મળશે. પ્રયોગથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે એક જ નાટ્યપ્રયોગનાં વર્ણનો પણ જુદા જુદા વિદ્યાર્થીઓ એકસરખી ચોકસાઇથી લખી શકતા નથી.

પરંતુ આ ચોકસાઇની ટેવ પ્રાપ્ત કર્યા વિના વૈજ્ઞાનિકોને ચાલે તેમ નથી. સર માઇકેલ ફોસ્ટર નામના વિખ્યાત વજ્ઞાનિકના શબ્દોમાં કહીએ તો "સાધારણ" અનભિજ્ઞ અવૈજ્ઞાનિક મનુષ્યોને "લગભગ" "આશરે," ચાલશે એવા શબ્દોથી ઘણી વાર સંતોષ મળે છે. પરંતુ કુદરતને તેથી સંતોષ થતો નથી. બે વસ્તુઓમાં ચોખાપૂર અથવાતો ચોખાના સહસ્રાંશ જેટલો પણ ફેર હોય તો કુદરત તો તે બંને વસ્તુઓને જુદી જ ગણશે. સાધારણ મનુષ્ય પોતાની દુનિયાદારીની ટેવ પ્રમાણે વૈજ્ઞાનિક ક્રિયાઓમાં આ સૂક્ષ્મ ભેદ સમજ્યા વગર કામ કરવાની ધૃષ્ટતા રાખે તો કુદરત તેને ક્ષમા આપવાની નથી. આ ઝીણા ભેદ જોઇ નહિ શકવાથી જ્ઞાનનો માર્ગ હાથમાં આવેલો છતાં દેખી શકાતો નથી, અને કુદરતના ખજાનાની ચાવી સમીપ હોવા છતાં તેનો લાભ લઈ શકાતો નથી. વરાળયંત્ર જેવા યંત્રની બનાવટમાં આવી ચોખાપુર પણ ભૂલ કરવાથી કોઈવાર તે યંત્રની અને વાપરનાર મનુષ્યની પોતાની સહીસલામતીનો પણ ભોગ આપવો પડે છે. આવી બારીકાઇ અને ચોકસાઈથી બનાવાતાં યંત્રો અને હથિયારો દરેક દેશની ઔદ્યોગિક સ્વતંત્રતાના પાયા રૂપ છે.

સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણની ટેવ

ચોકસાઇના ગુણની સાથે ઝીણવટથી નિરીક્ષણ કરવાની ટેવ, નાની અને બારીક હકીકતોની પણ નોંધ રાખીને તેનો ઉપયોગ અને તેનો અર્થ સમજવાની તત્પરતા એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવમાં હાજર રહે છે. આ ઝીણવટને લીધે જ ઘણી અગત્યની શોધો થઇ શકી છે. તેનાં એકબે દૃષ્ટાંતો આપવાં આવશ્યક છે. ઘણાં વર્ષો સુધી આપણી હવામાં નાઇટ્રોજન, ઑક્સીજન, કાર્બોનિક ઍસિડ ગૅસ અને વરાળના અંશ સિવાય બીજાં કાંઇ તત્વો છે જ નહિ એમ મનાતું હતું. કેવન્ડીશ (૧૭૩૧—૧૮૧૦) નામના એક અંગ્રેજ રસાયનિકે નિરીક્ષણ કર્યું હતું કે હવામાંથી ઉપર દર્શાવેલા વાયુઓ દૂર કર્યા પછી પણ જરા જેટલો (નાના પરપોટા જેવો) વાયુ રહી જતો હતો. સાધનોના અભાવને લીધે આ વાયુના ગુણ અને લક્ષણની તપાસ તે કરી શકયો નહોતો, અને સો વર્ષ સુધી આ વાયુ વિષે કોઇ પણ વૈજ્ઞાનિકે વધારે તપાસ કરી નહોતી. પરંતુ ૧૮૯૪ માં લોર્ડ રેલેને હવામાંથી મેળવેલા નાઇટ્રોજનના વજનમાં સહેજ ફેર માલુમ પડયો. આ વજનનો ભેદ ઘણો જ થોડો અને ઝીણો હતો—એક ગ્રામના દશ હજારમા ભાગ જેટલો પણ ભાગ્યે હશે. આટલા નાના ફેરને પણ ધ્યાનમાં રાખવાથી, અને કેવન્ડીશના નિરીક્ષણને યાદ રાખવાથી તથા આ ભેદના કારણની તપાસ ચાલુ રાખવાથી, હવામાં રહેલા બીજા વાયુરૂપ તત્વોના સમૂહની શોધ થઇ. આ શોધમાં રંગપટવિદ્યા+ ઘણી ઉપયોગી થઇ પડી હતી; તેમાં પણ ચોકસાઇ અને ઝીણવટથી કામ કરનારને આરગન, હીલિયમ, નિયોન, વગેરે નવાં તત્વોની શોધ કરવાનો લાભ મળ્યો હતો. આ તત્વોનું પ્રમાણ હવામાં ઘણું જ થોડું છે. તે છતાં આ તત્ત્વોની શોધથી સૈદ્ધાંતિક રસાયનવિદ્યાના જ્ઞાનમાં કેટલીએક ખાલી રહેલી જગ્યા પુરાઇ છેઃ અને એ તત્ત્વોના ગુણના અભ્યાસથી પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધ વિષે, પૃથ્વીમાં રહેલા હીલિયમના

+ Spectroscope

અંશો ઉપરથી પૃથ્વીની ઉંમર વિષે અને એવા બીજા અનેક વિષયો ઉપર પ્રકાશ પડ્યો છે.

બનાવટી રંગ બનાવવાના અર્વાચીન ઉદ્યોગની સ્થાપના આવા બારીક નિરીક્ષણની ટેવથી જ થઇ હતી. ઇ. સ. ૧૮૫૬ માં પર્કીન નામના એક ૧૭ વર્ષના યુવકને કોઇનિન બનાવતાં અકસ્માત એક કાળો પદાર્થ જોવામાં આવ્યો. તેને નાખી દેવાને બદલે તેનો વ્યવસ્થાપૂર્વક અભ્યાસ કરવાથી 'એનીલીન માવ' રંગની શોધ થઇ, અને એક નવા ઉદ્યોગની સ્થાપના થઇ. કોલસામાંથી બાળવા માટેનો ગૅસ બનાવતાં અને શુદ્ધ કરતાં જે પદાર્થો મળી આવે છે તેમાંના નાખી દેવાતા કોલટારમાંથી આ ઉપયોગી પદાર્થ બનવાથી રંગ બનાવવાના એક નવા હુન્નરની સ્થાપના થઇ છે. અર્વાચીન જગતમાં રંગની વિવિધતામાં અને અદ્દભુતતામાં તેમ જ રંગથી બનતા સૌન્દર્યમાત્રમાં વૈજ્ઞાનિકોનો હાથ સર્વત્ર દેખાય છે. એનીલીનની માફક એલીઝરીન રંગની બનાવટમાં પણ ઘણી જ ઝીણવટ, બારીકાઇ અને ચોકસાઇનો ઉપયોગ થયો છે; એમ કહેવાય છે કે એક પ્રયોગમાં થર્મોમીટર તૂટી જવાથી અને તેમાંનો પારો વાસણની અંદર પડવાથી, રાસાયનિક કાર્ય ઉત્તેજિત થયું હતું; અને મહિનાઓની મહેનતને બદલે એક જ અકસ્માતથી આ રંગ બનાવવાનું કાર્ય સહેલાઇથી સંપૂર્ણ થયું હતું. આમ અકસ્માતથી કોઈ વખતે વૈજ્ઞાનિકોનું કાર્ય સુલભ થાય છે, પણ તેનો લાભ બારીકાઇથી નિરીક્ષણ કરનારને જ મળે છે.

એવો જ દાખલો પેનીસીલીન નામની નવી દવાની શોધ વિષે બન્યો છે. ૧૯૨૯માં પ્રોફેસર ફ્લેમીંગ લંડનમાં જુદી જુદી જાતનાં સૂક્ષ્મ જંતુ* વિષે પ્રયોગ કરતા હતા: તેમાંના એક પ્રયોગમાં તૈયાર કરેલી બધી સામગ્રી બહારની કોઇ વસ્તુને લીધે ખરાબ થયેલી જણાઇ. અને વાદળી અને લીલા વચ્ચેના રંગની ઉગ+ વધતી જોવામાં આવી. હવે

* Bacteria + Fungi

બીજા કોઇ પ્રયોગીએ આવી ઘટના જોઇને તે રકાબી ફેંકી દીધી હોત અને તે વાત ભૂલી જાત. પરંતુ પ્રોફેસર અનુભવી અને સૂક્ષ્મ નિરીક્ષક હોવાને લીધે તેમણે વધારે ઝીણવટથી જોયું અને શોધી કાઢ્યું કે આ ઉબને લીધે મુખ્ય જંતુઓનો નાશ થયો હતો. વધારે શોધ કરતાં જણાયું કે આ 'ઉબ'ના જીવનમાં એવી એક રાસાયનિક વસ્તુ નીકળતી હતી કે જેનાથી અમુક રોગોના સૂક્ષ્મજંતુઓનો સદંતર નાશ થયો હતો. આ પ્રમાણે વધુ સંશોધન કરતાં ન્યુમોનિયામાં ફેફસાના કે મગજના સોજાના રોગોમાં અને બીજા કેટલાએક રોગોમાં તે રામબાણ અસર કરે છે એ પુરવાર થયું. આ અકસીર દવાની શોધ તે સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણનું જ ફલ છે.

સ્પષ્ટતા

સત્યના વાસ્તવિક જ્ઞાનની પ્રાપ્તિને માટે વૈજ્ઞાનિકોને વિચાર તેમ જ વર્ણનની સ્પષ્ટતાનો ગુણ કેળવવો પડે છે. ચોકસાઇ અને સ્પષ્ટતા બે જોડકી બેનેની માફક સાથે જ અવતરે છે, પરંતુ કેટલીએક વખત ચોકસાઇની શોધમાં સ્પષ્ટતા ભુલાઇ જાય છે. તે છતાં વૈજ્ઞાનિકોનો સ્પષ્ટતા માટે એટલો બધો આગ્રહ હોય છે અને સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને તેઓ એટલા સતત અને અથાગ પ્રયત્ન કરે છે કે તેમને અસ્પષ્ટ વર્ણન કે વિચારને માટે ક્ષમા આપવી અશક્ય થઇ પડે છે. છછુંદરની આંખનું બંધારણ અને તેના મણિ*-ની રચના જ એવી અપૂર્ણ હોય છે કે તેના દૃષ્ટિપટ પર સ્પષ્ટ કિરણો પડવાં જ અશક્ય હોય છે; ઘણા મનુષ્યનો સ્વભાવ પણ આવો જ હોય છે અને તેમના વિચાર કે વાર્તાલાપમાં સ્પષ્ટતા ભાગ્યે જ જોવામાં આવે છે. તેઓ છછુંદરની પેઠે કેટલીએક વસ્તુઓ સ્પષ્ટતાથી જોઇ શકે છે પરંતુ તે સિવાયની વસ્તુઓને તો ઝાંખી જ દેખે છે. આ માનસિક અપૂર્ણતા દૂર કરવાને વૈજ્ઞાનિકો હમેશ મથે છે, અને વધતામાં વધતી સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને યત્ન કરે છે.

* Lens

ચોકસાઇ વિના સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત થવી મુશ્કેલ છે. ચોકસાઈની કિંમત થતાં જ વિચાર અને વર્ણનની સ્પષ્ટતા આવી મળે છે. વિચારદર્શનમાં કે વસ્તુઓના વર્ણનમાં જેટલી ચોકસાઇની જરૂર છે તેટલી જ જરૂર સ્પષ્ટતાની છે. જગતમાં જાણવાનું એટલું બધું છે કે કોઇ વિષયથી અજ્ઞાન રહેવાને માટે આપણે શરમાવું જોઇએ નહિ. પરંતુ એકવાર એક વિષય અથવા તો એક વસ્તુ સંબંધી જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં આવે તો પછી તે જ્ઞાન સ્પષ્ટ અને ચોક્કસ હોવું જ જોઇએ, કારણ કે તે સિવાય જ્ઞાન અને અજ્ઞાન વચ્ચે અંતર રહેતું નથી. વૈજ્ઞાનિક નિરીક્ષણ કરનારને કોઇપણ વસ્તુ અથવા ક્રિયા સંબંધી બાતમી મેળવતી વખતે એટલી બધી સંપૂર્ણ વિગતો પ્રાપ્ત થાય છે કે તે પછી તે સંબંધી સ્પષ્ટ, સંપૂર્ણ અને ચોક્કસ વર્ણન કરતાં તેને અડચણ પડતી નથી. કોઇપણ વસ્તુ અથવા વિચારનું આપણા મનમાં લાંબા વખત સુધી મનન કરવાથી, તેને ઉપર નીચે, અંદર બહાર, ચારે તરફ વારેઘડીએ તપાસવાથી તે સંબંધી આપણું જ્ઞાન એટલું બધું સ્પષ્ટ થાય છે કે તે વસ્તુને લગભગ પારદર્શક કહી શકીએ. વનસ્પતિશાસ્ત્રી વૃક્ષનો અભ્યાસ કરતી વખતે તેની છાલની રચના, અંદરનું લાકડું અને તેના નરમ અને નક્કર વિભાગ દરેકને પોતાના વાસ્તવિક સ્થાને કલ્પી શકે છે; તેમાં પાણી અને ક્ષારની ઊંચી ગતિ જોઈ શકે છે અને ખાંડ અને પ્રોટીડવાળાં પ્રવાહીની જમીન તરફની નીચી ગતિ પણ જોઇ શકે છે. એક નાની ગોકળગાય અથવા વાંદાને બહારથી જોવાથી જીવવિદ્યાના અભ્યાસીને તેની અંદરની રચના—તેનું ધબકતું હૃદય, તેનું પેટ, તેનું ગતિમાન રક્ત અને તેના જ્ઞાનતંતુઓ અને મજ્જાતંતુઓ વગેરેનું જ્ઞાન તાદૃશ થાય છે. નવા નવા રંગ બનાવવાના કામમાં ગુંથાયેલો રસાયનશાસ્ત્રી તેની સમક્ષ રહેલા કાચના વાસણમાં મૂકેલા રંગ ને એની અંદરની

રચનાનો અને તેમાં જુદા જુદા પ્રકારના અણુઓ, પરમાણુઓ અને તેમની પરસ્પર સ્થિતિ વિષેનો તાદૃશ ચિતાર પોતાની આંખ સન્મુખ લાવી શકે છે. શરીરરચનાશાસ્ત્રીના મનમાં મનુષ્યના શરીરની રચનાનો તાદૃશ ચિતાર હમેશ તૈયાર રહે છે; અને નિપુણ ભૂગોલશાસ્ત્રી આખી પૃથ્વીનું સ્પષ્ટ માનસિક ચિત્ર તૈયાર રાખ્યા સિવાય બહુ આગળ વધી શકતો નથી. આથી ઊંચી ભૂમિકા ઉપર ફક્ત શબ્દ અને દૃષ્ટિની સ્પષ્ટતા નહિ પણ વિચાર માત્રની સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને વૈજ્ઞાનિકો મથે છે. સૃષ્ટિની ક્રિયાઓની સ્પષ્ટ સમજુતી આપી શકે તેવું ચિત્ર તૈયાર કરવું એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે, અને તેમાં સ્પષ્ટતાની ડગલે ડગલે જરૂર પડે છે.

આવા સ્પષ્ટ વર્ણનથી વિજ્ઞાનના કાર્યમાં ઘણો લાભ મળે છે, કારણ કે આપણી ભૂલો અને ખામીઓનું પણ સ્પષ્ટ વર્ણન થઇ ન શકે ત્યાં સુધી તે દોષમાંથી મુક્ત થવાના પ્રયત્નો નિષ્ફળ જાય છે. જ્યાં સુધી આવી ચોકસાઇ અને સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરી શકાય નહિ ત્યાં સુધી આપણી ભૂલ પણ પકડી શકાય નહિ; તેથી स्पष्टवक्ता सुखी भवेत् એ સાદા વ્યાવહારિક સૂત્રમાં વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ ઊંડું રહસ્ય સમાયેલું છે. સ્પષ્ટવચન એટલે આપણી લાગણીઓને છૂટથી દર્શાવવાનું બહાનું એમ સમજવાનું નથી. મનુષ્યના ઉચ્ચમાં ઉચ્ચ વિચારો સ્પષ્ટતાથી અને બીજાથી સમજી શકાય તેવા રૂપમાં વર્ણવવા એ કામ સહેલું નથી; ઊલટું જેમ વિજ્ઞાનનો પ્રદેશ ઉચ્ચતર વિસ્તરતો જાય છે તેમ તેમ આ કાર્ય વધારે ને વધારે કઠિન થતું જાય છે. માનસશાસ્ત્ર અને અધ્યાત્મવિદ્યાનાં તથ્યો પણ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી તપાસી શકાય તે પહેલાં તેમાં સ્પષ્ટતા અને ચોકસાઇ પ્રાપ્ત થવાં જોઇએ. ભૂતની ઘટનાનો અભ્યાસ થઇ શકે તે પહેલાં ભૂતનું ચોક્કસ અને સ્પષ્ટ વર્ણન, બીજાથી ખાત્રી થઇ શકે તેવા રૂપમાં, મળવું જોઇએ.

ભાષાની સ્પષ્ટતા તો આ વૈજ્ઞાનિક સ્પષ્ટતાનું એક પાસારૂપ છે,

તેમ છતાં તેને માટે પણ લૉર્ડ કેલ્વીન જેવા પ્રવીણ ભૌતિકશાસ્ત્રીને ખાસ આગ્રહ હતો. તેમના વિષે તેમના જીવનચરિત્રકાર પ્રો. થોમ્સને લખ્યું છે કે "ભાષાની અસ્પષ્ટતા અથવા વાક્યરચનાના દોષને લીધે ગેરસમજુતી થાય તેવી શૈલી તરફ તેમને ઘણો જ તિરસ્કાર હતો. તેમનું નિરૂપણ સ્પષ્ટ રહે તેને માટે તેઓ ઘણી જ મહેનત લઇને યત્ન કરતા; સાધારણ મનુષ્યો શબ્દની પસંદગીમાં ઘણીવાર ગોથાં ખાઇ જાય છે, પરંતુ તેઓ તો ભાષાના ગૌરવ અને અર્થની સ્પષ્ટતા જાળવવાને હમેશ અથાગ પ્રયત્ન કરવાનું ચૂકતા નહિ."

ધૈર્ય અને ખંત

વૈજ્ઞાનિકોના સ્વભાવમાં ધૈર્ય અને ખંત એ કેટલાં આવશ્યક છે એ તેમનાં જીવનચરિત્રોમાંથી સમજી શકાય છે. ન્યૂટનને ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો શોધતાં અને સિદ્ધ કરતાં ૨૨ વર્ષ લાગ્યાં હતાં અને સંપૂર્ણ રીતે સિદ્ધ થયા પછી પણ તેણે તે નિયમો પ્રસિદ્ધ કરવાની ઉતાવળ કરી ન હતી. હાર્વેએ રક્તપરિક્રમણની ઘટના પોતે પૂરી સમજ્યા પછી ૨૦ વર્ષ વધુ સાબિતી અને પ્રમાણની શોધમાં ગાળ્યાં; તેના વિરોધીઓની શંકાનું સમાધાન કરવા માટે યુક્તિપૂર્વક પ્રયોગો યોજવામાં તેણે બીજાં આઠ વર્ષ ગાળ્યાં, અને એકંદર અઠ્ઠાવીસ વર્ષ સુધી આ વિષય ઉપર સતત કામ કર્યા પછી જ તે વિષે પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. આ મહેનત અને ચોકસાઇનું ફળ તેને તરત જ મળ્યું; હાર્વેના જીવતાં જ તેની શોધ આખા યુરોપના વિદ્વાનોએ સ્વીકારી. ડાર્વિનનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ એ કવિની કે ચિત્રકારની ક્ષણોદ્ભવી કલ્પના નહોતી; પરંતુ ૨૨ વર્ષનાં સતત મહેનત, વિચાર, પ્રયોગ અને નિરીક્ષણનું પરિણામ હતું. એટલે વર્ષે પણ પુસ્તક પ્રસિધ્ધ કરવાની ઉતાવળ ડાર્વિનના*મિત્રોના આગ્રહથી જ થઈ હતી; તો પ્રથમતા કે પ્રસિધ્ધિની આકાંક્ષા ડાર્વિનને નહોતી. યંત્રવિદ્યાના પિતારૂપ, વરાળયંત્રના શોધક

*જુઓ પ્રકરણ ૧૧

વૉટને પણ વરાળયંત્રની શોધને પરિપૂર્ણ કરતાં ૨૦ વર્ષ કરતાં વધારે સમય લાગ્યો હતો. વિરફોટકની દવાનો શોધક ૬૦૫ નિષ્ફળ પ્રયોગ કર્યા પછી ૬૦૬ મા પ્રયોગમાં જ સફલતા પ્રાપ્ત કરી શક્યો હતો. અને તેથી એ દવાનું નામ ૬૦૬ અપાયું છે. તાર, અને તાર વગર સંદેશા મોકલવાની કળાની શોધ, લૉર્ડ કેલ્વીનની દરિયાઇ મુસાફરીના સાધનોની શોધો, એડીસનની ગ્રામોફોન, વીજળીના લેમ્પ, અને સિનેમેટોગ્રાફ વગેરે અને બીજી અનેક શોધો સતત મહેનત અને ઉદ્યોગથી પ્રાપ્ત થઇ છે. ઘણુંખરું આ શોધનો આર્થિક લાભ વૈજ્ઞાનિક કાર્ય કરનારને મળતો નથી, તે છતાં પણ તેઓ હુન્નર અને કળાની સાથે શુધ્ધ વિજ્ઞાનનો સંબંધ નિસ્પૃહી રીતે રાખે છે. શુદ્ધ વિજ્ઞાનની ભક્તિ છોડીને વૈજ્ઞાનિક ઉદ્યોગો અને કલાની ઉપાસના કરનારાને લક્ષ્મીનો લાભ થાય છે ખરો, પરંતુ તે માટે પણ માનસિક અને શારીરિક શક્તિ ઓછી નથી જોઇતી.

નિઃસ્પૃહી જીવન

વૈજ્ઞાનિકોનાં નિ સ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો અનેક છે. તેમા પણ પ્રાચીન હિન્દના ઋષિઓની માફક પોતાનું સર્વસ્વ વિજ્ઞાનની ભક્તિમાં અર્પણ કરનાર સર જગદીશચંદ્ર બોસનું નામ અમર રહેશે પોતાના વિષયમાં કીર્તિ અને યશ સંપાદન કર્યા પછી પોતાનું મકાન અને મિલકત તે જ વિષયના અભ્યાસને માટે સમર્પણ કરનાર એ વીર વૈજ્ઞાનિકે એકવાર નહિ પણ અનેકવાર તેમની નાની વયમાં પણ લક્ષ્મીદેવીનો અનાદર કર્યો છે. એમના જીવનકાર્યમા એમની વિચક્ષણ કલ્પનાશક્તિ ઉપરાંત નવાં બારીક અને ઝીણી યુક્તિવાળાં યંત્રો બનાવવાની તેમની અદ્‌ભુત શક્તિ ઘણી ઉપયોગી છે. તેથી એમના નાજુક યંત્રો બનાવવાના અને વેચવાના હકમાંથી ઘણું દ્રવ્ય મેળવી શકે તેમ હતું. પણ એ રીતે વિદ્યા વેચીને લક્ષ્મીની પૂજા કરવાની તેમણે ના પાડેલી.

તાર વિનાના સંદેશા મોકલવાની યુક્તિમાં તેમણે બનાવેલા એક યંત્ર કોહીરરની શોધમાંથી જ તેમને અપૂર્વ લાભ મેળવવાનો પ્રસંગ હતો. પરંતુ તેમણે દુર્વાસામુનિની પેઠે, પણ તેમના જેવો ક્રોધ કર્યા વિના, શુધ્ધ વિજ્ઞાન-ભક્તિના આદર્શથી લક્ષ્મીને લાત મારી હતી. પાશ્ચાત્ય દેશોમાં પણ જડવાદના કહેવાતા સામ્રાજ્ય છતાં આવા નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો મળી આવે છે. ઘણાએ વૈજ્ઞાનિકો પૈસા મળે તેવા ઉદ્યોગો છોડીને ઓછા પગારે શુદ્ધ વિજ્ઞાનનું કામ કરે છે. ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવના મધ્યબિંદુએ પ્રથમ પહોંચવાની ઇચ્છાથી, અથવા તો હિમાલયના ઉચ્ચતમ શિખર પર ચઢવાની ઇચ્છાથી પોતાની જિંદગીનો પણ ભોગ આપનાર વીર વૈજ્ઞાનિકો ધનની લાલસાથી પ્રેરાતા નથી, પરંતુ કેવળ સત્યશોધકની જિજ્ઞાસાવૃત્તિથી એવાં જોખમ ભરેલાં કાર્યો તરફ દોરાય છે. બેહદ જોખમ ખેડીને પ્રાપ્ત કરેલું ધન અને સંપત્તિ જનકલ્યાણના જ કામમાં વાપરનાર મનુષ્યો જવલ્લે જ જોવામાં આવે છે, પણ એવા વૈજ્ઞાનિકો મળી આવે છે. દારૂગોળા બનાવવામાં અને બીજા હુન્નરમાં પ્રવીણતા મેળવીને ડૉ. નોબેલ નામના સ્વીડ રાસાયનિકે પોતે સંપાદન કરેલી બધી સંપત્તિ નોબેલ પ્રાઇઝની સ્થાપનામાં અર્પણ કરી છે. તેમાંથી દર વર્ષે લગભગ બે લાખ રૂપિયાનાં ઈનામો દેશ કે રંગના ભેદ વિના અપાય છે. રેડિયમને રોગના ઉપચારમાં વાપરવાને માટે પ્રયોગ કરતાં મૃત્યુને શરણ થતાં દાક્તરોનાં નામ છાપાંઓમાં ઘણીવાર વાંચવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો અનેક મળી આવે છે. બધા વિજ્ઞાનીઓ નિઃસ્વાર્થી હોય એમ કહી શકાય નહિ. સત્યશોધનમાં નિઃસ્વાર્થી જીવન ગાળીને જરૂર પડે સર્વસ્વનું સમર્પણ કરવું એ તેમનો ઉચ્ચતમ અભિલાષ હોય છે; અને આ અભિલાષ વૈજ્ઞાનિક પધ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ, અને વિજ્ઞાનનું ધ્યેય એ સર્વથી સંઘટિત અને તીવ્રતર થાય છે.

નમ્રતા

વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું એક લક્ષણ નમ્રતા છે. સાધારણ વૈજ્ઞાનિક

વૃત્તિમાં અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિમાં જ આ નમ્રતા વ્યક્ત થાય છે; એટલું જ નહિ પણ સાચા વૈજ્ઞાનિકોના ખાનગી જીવનમાં પણ નમ્રતા પદે પદે તેમના જીવનને પુનિત કરે છે. વૈજ્ઞાનિક પરિણામો દર્શાવવામાં સાવધાનતાની ટેવથી, અને પોતાના અંગત વિચારોથી અકલુષિત સિદ્ધાન્તોનો નિર્ણય કરવાની ટેવને લીધે જ તેમના અભિપ્રાયો અને તેમનું જીવન નમ્ર થઇ જાય છે. વિજ્ઞાનની શોધોનો દુરુપયોગ કરનારા સ્વાર્થી પુરુષોનાં જીવન કરતાં વૈજ્ઞાનિકોનું જીવન જુદા જ પ્રકારનું હોય છે. જેમ ઝાડની ડાળો પક્વ અને સરસ ફળોથી નીચી નમી પડે છે* તેમ સુજ્ઞ વૈજ્ઞાનિકોનો સ્વભાવ પણ તેમનાં પક્વ અનુભવ અને વિશાળ જ્ઞાનથી નમ્ર થાય છે. આ નમ્રતાનાં થોડાં દષ્ટાંતો વિચારવા યોગ્ય છે.

ન્યૂટનનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અનેક રીતે ઉજ્જવળ છે; ધન કીર્તિ અને જ્ઞાન એ સર્વ તે સંપાદન કરી શક્યો હતો. ને તે છતાં પણ તેના મૃત્યુ પહેલાં થોડા સમય પહેલાંનાં વાક્યોમાં સમાયેલી નમ્રતા યાદગાર રહી જશે. " જગતના લોકો મારે વિષે શું ધારે છે તે હું જાણતો નથી, પણ મારા મનથી તો હું સમુદ્રના કિનારા પર રમતા નાના બાળક જેવો લાગું છું. એક સુંદર લાગતી છીપ અથવા તો લીસો ઘસાયેલો પથ્થરનો ટુકડો કોઇ વખત મળે તો તેથી આનંદ અને સંતોષ પામું છું. પરંતુ મારી સાથે રમી રહેલા સત્યના સાગરને જરા પણ સ્પર્શવાને અશક્ત છું."

લૉર્ડ કેલ્વીન પણ સાધારણ સ્થિતિમાંથી વિજ્ઞાનની ભકિતમાં ઉચ્ચ સ્થાન પ્રાપ્ત કરી શક્યો હતો; તેના જીવતાં જ આખા યુરોપમાં તે અગ્રગણ્ય, ભૌતિકશાસ્ત્રી અને પ્રતિભાશાળી વૈજ્ઞાનિક ગણાયો હતો. તેના આચાર્યપદનાં પચાસ વર્ષની જ્યુબિલીના ઉત્સવ

*भवन्ति नम्रास्तरवः फलोद्गमै–
नैवाम्बुभिर्भूरि विलम्बिनो घनाः। વગેરે.

વખતે પૃથ્વી ઉપરના દરેક દેશમાંથી પ્રખ્યાત પુરુષો ભેગા થયા હતા, તે સમયે તેને અપાયલા અભિનંદનનો ઉત્તર આપતાં તેણે ન્યૂટનના કરતાં વધારે અસરકારક રીતે વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની નમ્રતા દર્શાવી હતી; અને શ્રોતાજનને આશ્ચર્યચકિત કરી નાખ્યા હતા. "છેલ્લા પંચાવન વર્ષમાં વિજ્ઞાનની વૃદ્ધિ માટે મેં ઘણા જ ભગીરથ પ્રયત્નો કર્યા છે. તે સઘળાને એક જ શબ્દમાં વર્ણવી શકાય; અને તે શબ્દ "નિષ્ફળતા" છે. આજથી પચાસ વર્ષ પહેલાં અધ્યાપક તરીકે ભૌતિકવિદ્યાના વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મેં મારું પહેલું ભાષણ આપ્યું ત્યારે વિદ્યુત અને ચુંબકબળ વિષે અથવા તો વિદ્યુત, સ્પર્શદ્રવ્ય, અને ઇથરના સંબંધ* વિષે અથવા તો રાસાયનિક આકર્ષણ વિષે જેટલું જાણતો હતો તેના કરતાં વધારે હું અત્યારે જાણતો નથી."

ડાર્વિન પોતાના વિષેનો અભિપ્રાય પણ આવી જ નમ્રતા, સત્યપ્રીતિ, સરળતા અને સ્પષ્ટતાથી દર્શાવે છે: "મને વૈજ્ઞાનિક તરીકે મળેલી કાંઇક સફળતા હું ધારું છું ત્યાં સુધી મારી વિલક્ષણ માનસિક સ્થિતિ અને કેટલાએક ગુણોને આભારી છે. તેમાંથી સર્વથી અગત્યના, (૧) વિજ્ઞાન પ્રત્યે પ્રેમ, (૨) દરેક વિષય ઉપર બહુ વિચાર કરવાનું નિઃસીમ ધૈર્ય, (૩) તથ્યનું નિરીક્ષણ અને સંગ્રહ કરવામાં ખંત અને ઉદ્યોગ, (૪) થોડીએક શોધકબુદ્ધિ અને બીજી સાધારણ અક્કલ, એ છે. મારામાં જે સાધારણ ગુણો છે તે જોતાં મને આશ્ચર્ય થાય છે કે હું કેટલાએક અગત્યના વિષયો ઉપર

* અણુ, પરમાણુ અને વીજાણુ એ ભૌતિકશાસ્ત્રના પાયારૂપ સાંકેતિક શબ્દો અને દ્રવ્ય, ઈથર અને શક્તિનો સંબંધ સમજવાને માટે લૉર્ડ કેલ્વીને ઘણા પ્રયાસ કર્યા હતા. આ બધા સાંકેતિક શબ્દો ઓછા કરીને ઈથર અને દ્રવ્ય અથવા દ્રવ્ય અને શક્તિ એ બે જ સંકેતોથી બધી વૈજ્ઞાનિક ઘટના સમજાવવાનો તેનો મુખ્ય હેતુ હતો. પરંતુ કેલ્વીનના મૃત્યુ પછી સર જે. થોમ્સનના પ્રયોગોથી દ્રવ્ય અને શક્તિનો સંબંધ વધારે સ્પષ્ટતાથી સમજાયો છે, અને આઈન્સ્ટાઇનના વિચારોથી ઈથરથી કલ્પના અનાવશ્યક ગણાઈ છે. જુઓ પ્રકરણ ૯ મું.

વૈજ્ઞાનિકોના વિચાર બદલાવી શક્યો છું." અર્વાચીન વિચાર માત્રમાં ઉત્ક્રાન્તિવાદની સ્થાપના કરનાર આ મહાન નિરીક્ષક અને વિચારકનાં કેટલાં સાદાં વચનો! તેમાં કેટલી નમ્રતા રહેલી છે! એક સમયે ડાર્વિનને મળવા માટે અંગ્રેજ પ્રધાન ગ્લેડસ્ટન બીજા મિત્રો સાથે ગયા હતા; તે વખતે તત્કાલીન વિષયો ઉપર ગ્લેડસ્ટનનું વિવેચન ડાર્વિને ધૈર્યથી સાંભળ્યું, અને આવો મહાપુરુષ પોતાને મળવા આવે તેને માટે આનંદ અને સંતોષના ઉદ્ગાર તેમના ગયા પછી બીજા મિત્રોને કહ્યા. તેથી ઉલટું ગ્લેડસ્ટનનો જીવનચરિત્રકાર લૉર્ડ મોરલી જણાવે છે કે ગ્લેડસ્ટનની નોધપોથીમાં ડાર્વિનનું નામ પણ નથી! વિદ્વાનો અને વિચારકોની કિંમત રાજપુરુષોના હાથે કેટલી થાય છે એ સુપ્રસિદ્ધ છે.

પાશ્વર પણ નમ્રતાના આદર્શરૂપ એક બીજો પ્રતિભાશાલી વૈજ્ઞાનિક હતો. તેના વૈજ્ઞાનિક કાર્યની વિવિધતા અને અજબ પ્રતિભા વિષે બે મત હોઈ શકે જ નહિ. ફ્રાન્સના મહાપુરુષોને માટે મત લેવાતાં ફ્રેન્ચ પ્રજાએ પાશ્વરને પ્રથમ મૂક્યો હતો, પછી નેપોલિયન અને તે પછી વિક્ટર હ્યુગોને મૂક્યો હતો. એ મહાપુરુષ એકવેળા લંડનમાં આંતરરાષ્ટ્રીય વૈદ્યક કૉન્ગ્રેસમાં ફ્રાન્સના પ્રતિનિધિ તરીકે હાજર રહ્યો હતો. સભામંડપ ચીકાર ભરાયો હતો અને પાશ્વરને આવતાં જરા મોડું થયું. તે દાખલ થતાં તેને તાળીઓના ગડગડાટથી વધાવી લેવામાં આવ્યો. પરંતુ પાશ્વરના મનમાં લાગ્યું કે આ હર્ષનાદ રાજપુત્ર પ્રીન્સ ઑફ વેલ્સ માટે હતો. અને તેણે પોતાના સાથીઓને કહ્યું કે "નક્કી યુવરાજ પધારતા હશે; મારે વહેલા આવવું જોઇતું હતું." કૉન્ગ્રેસના પ્રમુખે જ્યારે કહ્યું કે 'આ હર્ષનાદ તમારે માટે છે' ત્યારે જ આ માન પોતાને માટે હતું એમ તેને સૂઝ્યું અને પછીથી તેણે સભાને વંદન કર્યું. તે વખતે બીજીવાર મોટો હર્ષનાદ થયો. આપણી સભાઓમાં માન

અને હર્ષનાદની અપેક્ષા રાખનાર કહેવાતા મહાપુરુષો ક્યાં અને આ સાચા મહાપુરુષના હૃદયની નમ્રતા ક્યાં ?

અભિપ્રાયમાં સાવધાનતા

જિજ્ઞાસા, ચોકસાઈ, સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણની ટેવ, સ્પષ્ટતા એ સર્વે ગુણો ઉપરાંત વૈજ્ઞાનિકોને જ્વલંત શંકાવૃત્તિની જરૂર પડે છે. સત્ય માટે ખરો પ્રેમ ઉત્પન્ન થાય તે પહેલાં સાવધાનતા આવશ્યક છે. કારણ કે સત્ય શોધવા જતાં સત્યને બદલે બીજું કાંઈ આપણને ગ્રહણ કરી લે તો તે અનિષ્ટ જ કહેવાય. વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાય આપતાં પહેલાં જે સંપૂર્ણ ખાત્રી કરવાની આવશ્યકતા હોય છે તે પ્રાપ્ત થાય નહિ ત્યાં સુધી અભિપ્રાય દર્શાવતાં ખચકાવું એ ખરા સત્યશોધકનું લક્ષણ છે. અપૂર્ણ માહિતી ઉપરથી અને થોડા અનુભવ ઉપરથી મોટાં અનુમાનો બાંધવાને બદલે સંપૂર્ણ માહિતી અને વિશાળ અનુભવ ઉપરથી થોડાં જ અનુમાનો બાંધવાં એ વિજ્ઞાનનું પ્રાથમિક સૂત્ર છે.× ઘણા અનુભવ પછી જ થોડા નિયમો બાંધવા અથવા થોડાં જ તથ્યો એકઠાં કરીને વધારે નિયમો બાંધવા એ બે રસ્તામાંથી બીજો રસ્તો વૈજ્ઞાનિકોને ત્યાજ્ય છે. આ સાવધાનતા અને શંકાવૃત્તિ પ્રાપ્ત કરવી એ ઘણી જ કઠિન છે. સાધારણ મનુષ્યના ઘણા અભિપ્રાયો આવી અપૂર્ણતાને લીધે ખોટા નીવડે છે તે વિષે પહેલા પ્રકરણમાં ઉલ્લેખ કરેલો છે. તે ઉપરથી એમ લાગશે કે આ શંકાવૃત્તિ જેટલી ઉપયોગી છે તેટલી જ દુર્લભ છે. પ્રો. બ્રુક્સ નામના જીવવિદ્યાના અભ્યાસકના શબ્દોમાં કહીએ તો "બુદ્ધિના સર્વથી દુર્લભ ગુણોમાં વિચારયુક્ત શંકાવૃત્તિ પ્રથમ સ્થાન ભોગવે છે; અને સર્વેથી સુલભ દુર્ગુણ તે એ છે કે અમુક અભિપ્રાય માટે સાબિતી ન મળે તો બીજા કોઈ અભિપ્રાયને સત્ય માની લેવો......વૈજ્ઞાનિક

× Many facts and few generalisations rather than few facts and many generalisations.

શિક્ષણનો ઊંચામાં ઉંચો વિજય પોતાનો અભિપ્રાય રોકી રાખવો એ છે."

આ જ્વલંત શંકાવૃત્તિનું ઉજ્જ્વળ ઉદાહરણ હક્સ્લીના "જીવન અને પત્રો" માં મળી આવે છે. ડાર્વિને ઉત્ક્રાન્તિવાદ પોતાના "ઉપજાતિઓની ઉત્પત્તિ" નામના પુસ્તકમાં પ્રતિપાદિત કર્યો તે પહેલાં એ વિષય ઉપર હક્સ્લી અને હર્બર્ટ સ્પેન્સર વચ્ચે ખાનગી વિવાદ થયો હતો. તે વખતે હક્સ્લી પોતાના અભિપ્રાય દર્શાવતાં લખે છે કે "મારા મિત્રની વાદવિવાદની કળામાં અપૂર્વ નિપુણતા હોવા છતાં અને તેણે અસંખ્ય યોગ્ય દૃષ્ટાંતો આપેલાં હોવા છતાં પણ તે વિષયમાં આપણે બધું જાણતા નથી એવો અજ્ઞાતતાનો અભિપ્રાય મારાથી બદલી શકાય તેમ નથી. આમ ધારવાને મારી પાસે બે કારણ છે. એક તો જાતિમાંથી બીજી જાતિની ઉત્પત્તિ વિષે મળેલી સાબીતી ઘણી જ અપૂર્ણ છે. બીજું જાતિનાં રૂપાંતર વિષે કરવામાં આવતી સૂચના તે ઘટના સમજાવવા પૂરતી ગણી શકાય નહિ. આ સ્થિતિ જોતાં અજ્ઞાતવાદ સિવાય બીજો કાંઇ અભિપ્રાય નિભાવી શકાય નહિ" ડાર્વિનનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ થયા પછી પણ ઘણા સમય સુધી હક્સ્લીએ તેની શંકાવૃત્તિ છોડી નહોતી. ડાર્વિનના સિદ્ધાન્તને માટે ખર્યા યુદ્ધ લડવામાં અને તેને માટે બીજા વૈજ્ઞાનિકોનો ટેકો મેળવવામાં અને તેની સમજુતી અને નિરૂપણમાં હક્સ્લીએ એટલું બધું અગત્યનું કામ કર્યું હતું કે લોકો તેને ડાર્વિનનો બુલડૉગ-ડાધિયો કૂતરો-કહેતા. ડાર્વિનને માટે મિત્ર તરીકેનો પ્રેમ અપ્રતિમ હતો, તે છતાં તેના સિદ્ધાન્તોને માટે હક્સ્લીની સંશયવૃત્તિ અને સાવધાનતા હમેશ જાગ્રત રહેતાં. તેનાં નીચેનાં વાક્યો શુદ્ધ વૈજ્ઞાનિક વાતાવરણનો અનુભવ કરાવે છે. "હયાત અને જાણીતા પ્રાણીઓના બાહ્ય સ્વરૂપનાં રૂપાંતર કેવીરીતે થાય છે તે દર્શાવનારા અને પ્રત્યક્ષ અનુભવી શકાય તેવાં કારણો બતાવનાર સિદ્ધાન્તોની અમે બધા શોધ કરતા, અને નિષ્ફળ નીવડયા હતા. અમુક કલ્પનાને પરાણે ખરી ઠોકી બેસાડવાનો અમારો વિચાર

ન હતો; પરંતુ નિર્ણાયક અને સમજી શકાય તેવા અને જેના વિષે તથ્યોનું સાક્ષાત પ્રમાણ મળી શકે તેવા સિદ્ધાન્તની શોધમાં હતા. આવો વ્યાવહારિક સિદ્ધાન્ત અમને ડાર્વિનના "ઉપજાતિઓની ઉત્પત્તિ" વિષેના પુસ્તકમાં મળ્યો......સત્યપ્રાપ્તિ સિવાય બીજો કોઈ હેતુ ન હોય તેવાઓને માટે એક જ બુદ્ધિપૂર્વકનો રસ્તો હતો કે ડાર્વિનના ઉત્ક્રાન્તિવાદને એક વ્યાવહારિક સિદ્ધાન્ત તરીકે માનવો અને પછી તેનો શું ઉપયોગ થઈ શકે છે તે જોવું. ક્યાં તો તે પ્રાણીજીવન સંબંધી આપણાં સર્વ જ્ઞાન અને તથ્યોને સમજાવી શકશે અથવા તો તેમ ન થઈ શકે તો તે કાર્યના ભાર નીચે ચગદાઈને નાશ પામશે."

જેને માટે ચોક્કસ સાબિતી અને પ્રમાણ મળી શકે તેવાં જ તથ્યો અને સિદ્ધાન્તોને અનુમોદન આપવાની સાચી પ્રણાલિકા બંધાવાથી વૈજ્ઞાનિકોનું કામ ઘણું જ ધીમું ચાલે છે. આ સંબંધી ફેરેડે નામના પ્રયોગશાસ્ત્રીના શબ્દો મનનીય છેઃ "વૈજ્ઞાનિકોના મનમાંથી પસાર થતા અનેક વિચારો, કલ્પનાઓ, અને સિદ્ધાન્તોમાંથી મોટા ભાગને પોતાની જ બુદ્ધિની સખ્ત ટીકા અને કસોટીથી પોતાના મનમાં જ શાન્તિથી દબાવી દેવામાં આવે છે. ઘણા જ સાફલ્યવિજયી ગણાતા વૈજ્ઞાનિકો પણ પોતાની આશાઓ, ઇચ્છાઓ અને પ્રાથમિક અભિપ્રાયોમાંથી દશમો ભાગ પણ ભાગ્યે જ સિદ્ધ કરી શકતા હશે...દરેક વૈજ્ઞાનિકે બધી તરફથી સૂચના સાંભળવાને તૈયાર રહેવું જોઈએ; પરંતુ પોતાનો અભિપ્રાય તો પોતે જ સ્વતંત્ર રીતે બાંધતાં શીખવું જોઈએ. બહારના દેખાવ અને અંગત લાગણીઓથી પોતાના અભિપ્રાયને અકલુષિત રાખવો જોઈએ. કોઈ પણ સિધ્ધાન્ત ઉપર પક્ષપાત રાખ્યા વિના પોતાનું કાર્ય કરવું જોઈએ. ખાસ કરીને શબ્દપ્રમાણને તો ત્યાજ્ય ગણવું જોઈએ. મનુષ્યના નામને ન પૂજતાં તેમના અભિપ્રાયની વાસ્તવિકતા અને યથાર્થતાને સમજીને માન આપતાં શીખવું જોઈએ. સત્ય અને કેવળ સત્ય એ જ તેનો ઉદ્દેશ હોવો જોઈએ."

ઉપરાંત શ્રમ અને ખંત હોય તો જ મનુષ્ય પ્રકૃતિના મંદિરનાં ગુહ્યતમ સ્થાનોમાં પ્રવેશ કરી શકે છે."

શંકાવૃત્તિ

વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની શંકાવૃત્તિ–સાવધાનતા સર્વથી પ્રથમ તો અંગત અભિપ્રાયો અને વ્યક્તિદોષોના નિવારણના કામમાં વપરાય છે. જેમ કોઈ સુનાર કે કડિયો ફક્ત-જાડું જ કામ કરી શકે અને ઝીણું કામ કરી શકે જ નહિ, અને જેમ કેટલાએક મનુષ્યોમાં સંગીત કે ચિત્રકલાની પરીક્ષક બુદ્ધિ હોતી જ નથી, તેમ વૈજ્ઞાનિકોમાં વધતી ઓછી ચોકસાઈ જોવામાં આવે છે. ચોકસાઈ અને સત્યમયતા પ્રાપ્ત કરવાને માટે વૈજ્ઞાનિકોને વર્ષોનાં વર્ષો સુધી શિષ્યભાવે વિજ્ઞાનની સેવા કરવી પડે છે. તે છતાં પોતાના હાથે થતાં માપન અને નિરીક્ષણમા અપૂર્ણતા રહી જાય છે તે વૈજ્ઞાનિકોને સ્વીકારવું પડે છે. ખગોળવિદ્યામાં ગણતરી અને નિરીક્ષણની આ અપૂર્ણતા માટે વ્યક્તિદોષનો સુધારો કરવામાં આવે છે. તેવી જ રીતે ભૌતિક અને રસાયનવિદ્યામાં પણ આ વ્યક્તિદોષનો અંદાજ રાખીને પરિણામ ગણવામાં આવે છે. આપણામાં કહેવત છે કે "દૂધનો દાઝયો છાશથી ડરે" તે પ્રમાણે એક વખત ભૂલ કરવામાં આવ્યા પછી બીજીવાર તેવી ભૂલથી બચવાને માટે વૈજ્ઞાનિકો વધારે ને વધારે સાવધાન અને સંશયગ્રસ્ત રહે છે નિરીક્ષણના દોષથી, અથવા તો તથ્યમાં જ અપૂર્ણતા હોવાને લીધે, અથવા તો અપૂર્ણ પ્રમાણો ઉપરથી વિશાળ સામાન્ય નિયમોનું આકલન કરવાથી, અથવા તો કલ્પનાસૃષ્ટિના મોહક પ્રવાહોમાં ખેંચાઇ જવાથી, અથવા તો અંગત અભિપ્રાયોના ભાર નીચે દબાઇ જવાથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકો ઘણીવાર ભૂલો કરે છે; ઘણીવાર શુદ્ધ બુદ્ધિથી છેતરાય છે. આ ભૂલો સુધારવાનું કામ વધારે મુશ્કેલ અને અરુચિર હોય છે. સાધારણ મનુષ્યોના વિચારો અને અભિપ્રાયો પોતપોતાના અંગત અનુભવ, સામાજિક

પરિસ્થિતિ અને બીજા સંયોગોને લીધે રંગિત થયેલા હોય છે; તે બંધનો તોડીને, પ્રણાલિકાનો ભંગ કરીને પણ સ્વતંત્ર રીતે સત્યશોધન કરવામાં આવશ્યક નિર્ભયતા અને ઉચ્ચાશયો પ્રાપ્ત કરવા દુર્લભ છે.

આ જ કારણથી વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણની અગત્ય સર્વત્ર સ્વીકારાય છે. વિજ્ઞાનની કોઈપણ શાખામાં, પછી તે કાર્ય રસાયનવિદ્યા કે ભૌતિકવિદ્યાનું હોય અથવા ખગોલવિદ્યા કે જંતુવિદ્યાનું હોય, નિરીક્ષણ દૂરદર્શક યંત્રથી કરવાનું હોય કે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રથી કરવાનું હોય, પણ યોગ્ય શિક્ષણથી એક જ પ્રકારની ચોકસાઈ, બારીક નિરીક્ષણ, સ્પષ્ટ વચન અને સત્યમયતાની શુભ ટેવો પ્રાપ્ત કરી શકાય તે નિર્વિવાદ છે. "જો બોલે સચ્ચા ઉસકા ગુરુ કચ્ચા" એ કહેવતને ઉલટાવીને એમ કહી શકાય કે વૈજ્ઞાનિક અભ્યાસથી લૌકિક કોઈપણ મનુષ્યને સત્ય જ બોલવાની ટેવ ન પડે તો તેનો ગુરુ કાચો સમજવો. સત્યમયતા અને સત્યના પ્રવચનમાં સાવધાનતા એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું મુખ્ય લક્ષણ છે. સાબિતી મળી શકે તે ઉપરાંત કાંઇ પણ વધારે પડતાં વચનનો આગ્રહપૂર્વક નિર્દેશ કરવો એ એક સામાન્ય ભૂલ નહિ, એક રાજકીય કે સામાજિક ગુનો નહિ પણ સત્યની સામે ઘોર પાપ છે. રાજ્ય તરફથી કે સમાજ તરફથી તેને માટે શિક્ષા ન થાય તો પણ આ ઘોર પાપથી વૈજ્ઞાનિકો હમેશા ડરતા રહે છે, અને ભૂલેચૂકે પણ સત્યથી દૂર ન જવાય તે માટે સતત યત્ન કરે છે.

સત્યને માટે આગ્રહ

ચોકસાઈ અને સત્યને માટે આવો અખંડ પ્રયત્ન કરવામાં જ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની ઉદાત્તતાનું રહસ્ય સમાયેલું છે. હક્સ્લીના શબ્દોમાં કહીએ તો સત્યને માટે આવો ઉત્સાહ અને ચોકસાઇને માટે આટલું ઝનૂન એ વિદ્વત્તા અને વિદ્યા કરતાં પણ વધારે કિંમતી છે; અને તેને જ્ઞાન વધારવાની શક્તિ કરતાં પણ વધારે ઊંચી બક્ષીસ

ગણી શકાય.

અર્વાચીન વૈજ્ઞાનિકોમાં વિચાર અને શબ્દોની ચોકસાઈ માટે અને સત્ય માટેના આગ્રહને માટે હકસ્લીના કરતાં વધારે ઉજ્જવળ નામ મળી શકે તેમ નથી. પોતાની આત્મકથામાં એ લખે છે કે "મારા જીવનના આરંભથી જ મારા જીવનના ઉદ્દેશ મેં નીચે પ્રમાણે રાખ્યા હતાઃ (૧) સૃષ્ટિવિજ્ઞાનની વૃદ્ધિને ઉત્તેજન આપવું, (૨) જીવવિદ્યાના પ્રશ્નોને વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ પ્રમાણે જ ઉકેલવાનો યથાશક્ત પ્રયાસ કરવો; કારણ કે મનુષ્યજાતિનાં દુઃખોને દૂર કરવાના બે જ ઉપાય છે. એક તો વિચાર અને આચારમાં, મનથી અને કર્મથી, સત્યનું પ્રતિપાલન કરવું; અને પવિત્ર ગણાતા મનુષ્યોએ રચેલાં દંભના આવરણો ભેદીને જગતનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજીને દઢતાથી સૃષ્ટિની સામા થવું અને તેને જીતવાનો યત્ન કરવો. આ મારો અભિપ્રાય જેમ જેમ મારી વય અને બળ વધતાં જાય છે તેમ તેમ દઢતર થતો જાય છે.... 'હું અમુક વાતને સત્ય માનું છું' એમ દઢતાથી કહેનાર મનુષ્ય પોતાના જીવનનું પવિત્રમાં પવિત્ર કાર્ય કરે છે. જીવનમાં ઉત્તમમાં ઉત્તમ ઇનામ ને ભારેમાં ભારે શિક્ષા આ કાર્ય ઉપર અવલંબે છે."

પ્રાચીન હિંદના સત્યના ઉચ્ચ આદર્શોથી પરિચિત વાંચનારને આ શબ્દોમાં નવાઈ ન લાગે. પરંતુ હક્સ્લીનો સત્ય માટેનો ઉત્સાહ તેના સમકાલીન વૈજ્ઞાનિકોને પણ અપૂર્વ લાગ્યો હતો. જોન ફીસ્કે તેને માટે નીચેના શબ્દો વાપર્યા હતાઃ "સત્ય તરફ સંપૂર્ણ વફાદારી અને પ્રમાણ મળતાં પોતાના અંગત વિચારને સત્વર છોડી દેવાનો આગ્રહ એ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકનો આદર્શ હકસ્લી સિવાય ઘણા જ થોડા મનુષ્યોએ પ્રાપ્ત કર્યો હશે. વૈજ્ઞાનિક તથ્યની સીધી લીટીમાંથી એક વાળ જેટલું પણ આઘુંપાછું થવાની લાલચ કલ્પનાના આકર્ષણથી અથવા બીજા કોઈ કારણથી, ઉત્પન્ન થાય તો તેને એકદમ મસળી નાખવામાં તે

લેશ માત્ર પણ ખચકાતો નહિ. તેની બુદ્ધિ અંગત ઊર્મિઓથી કલુષિત થાય તે પાપના કરતાં તેના જીવનમાં બીજી કોઈ જાતનો ભય તેને વધારે ન હતો."

પોતાના પહેલા બાળકના મૃત્યુ પછી હકસ્લીએ કીંગ્સ્લી નામના પાદરી ઉપર લખેલા પત્રમાંનાં નીચેનાં વાકયો તેની મનોદશા અને મનોવૃત્તિ સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવે છેઃ "અનહદ લાભ મળે તેના કરતાં સત્ય સર્વ રીતે શ્રેષ્ઠ છે. મારા અજ્ઞેયતાવાદના ધાર્મિક વિચારો મેં તપાસી જોયા છે તે છતાં પણ મારી પત્ની, મારું બાળક, મારું નામ, અને મારી કીર્તિ એ સઘળાંનો ભોગ આપવો પડે તો પણ હું અસત્ય બોલવાને તૈયાર નથી." તેના મૃત બાળકનો આત્મા અમર છે એ મત તેને સુખ આપનારો લાગવા છતાં પણ તેના પ્રત્યક્ષ અનુભવની બહાર હોવાને લીધે તે માનવાને તૈયાર ન હતો. હકસ્લી સિવાય સત્યને માટે પોતાનું સર્વસ્વ અર્પણ કરનાર વૈજ્ઞાનિકો બીજા ઘણાયે થઈ ગયા છે; તેમાં બ્રુનો અને ગેલીલિયોનાં વૃત્તાંત ચિરસ્મરણીય રહેશે.

બ્રુનોએ ગેલીલિયોની માફક પ્રયોગ અને દૂરબીનથી ખગોળ-વિદ્યાનો અભ્યાસ કર્યો ન હતો; પરંતુ કાંઈક નિરીક્ષણ અને કાંઈક અંતઃપ્રજ્ઞાથી વિશ્વની અનંતતા અને વિપુલતા વિષે પોતાના સિદ્ધાન્તો પ્રાપ્ત કર્યા હતા. "પૃથ્વી તો અનંત નથી જ, પરંતુ પૃથ્વી જેવાં ઘણાં જગતો છે અને તેવાં અસંખ્ય જગતોનું વિશ્વ બનેલું છે. આ વિશ્વમાં એક સર્વવ્યાપી શક્તિને લીધે બધે જીવન, વૃદ્ધિ, ગતિ, અને સંપૂર્ણતા પ્રાપ્ત થાય છે." તેના આ અભિપ્રાયો પોપને અને તેના પાદરીઓને રુચ્યા નહિ; અને તેને આઠ વર્ષ સુધી કેદમાં નાખવામાં આવ્યો. આ સમયમાં તેના અભિપ્રાયો તેણે બદલ્યા હોત તો તેને સંપૂર્ણ માફી મળત. પરંતુ તે સત્યથી ચળ્યો નહિ અને છેવટે તેને

જીવતો બાળી મૂકવાની શિક્ષા કરવામાં આવી તે છતાં તે ડગ્યો નહિ; કાયર અને બાયલા પુરુષની રીતે જીવવા કરતાં શૂરવીરની રીતે મરવાનું તેણે પસંદ કર્યું. વિચારની સ્વતંત્રતાને માટે, અને પોતાના અભિપ્રાયોના સત્યમાંથી નહિ ચળવાના આગ્રહને માટે સત્યદેવીના યજ્ઞમાં પોતાના જીવનનું બલિદાન આપ્યું. દધીચિ ઋષિને પોતાના પ્રાણ ત્યાગ કરતાં ખાત્રી હતી કે તેનાથી દેવો સંતુષ્ટ થશે અને એક પ્રાણ કરતાં વધારે બચશે; પરંતુ બ્રુનોને તેવો કોઇ સંતોષ કે સ્વાર્થ ન હતો; કેવળ સત્યને માટે જ તેણે પોતાનો પ્રાણ આપ્યો હતો.

ઇ. સ. ૧૬૦૦ માં બ્રુનોને શિક્ષા કર્યા પછી પણ ઈન્કવીઝીશન-ધર્માધિકારક મંડળ–ને સંતોષ ન થયો. કોપર્નીકસ (૧૪૭૩–૧૫૪૩) કેપ્લર (૧૫૭૧–૧૬૩૦) અને ગેલીલિયો (૧૫૬૪–૧૬૪૨) એ બધાને સત્યના શોધનમાં અને પ્રતિપાદનમાં ડગલે ડગલે અડચણો નડતી. તે છતાં પણ શબ્દપ્રમાણને બદલે પ્રત્યક્ષપ્રમાણને જ વળગી રહેવામાં તેમની સત્યપ્રીતિ સ્પષ્ટ હતી. પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો સ્વપ્રકાશિત નથી; પરંતુ સૂર્યપ્રકાશિત છે અને સૂર્યનું પરિક્રમણ કરે છે એ સિદ્ધાન્તો કૉપરનીકસે, અને કેપ્લરે પ્રતિપાદિત કર્યા હતા; પરંતુ ધર્માંધ ઝનૂની પાદરીઓના ભયથી તે ખુલ્લી રીતે સ્વીકારાતા નહોતા. ગેલીલિયોએ આ ભયથી ન ખચકાતાં, પોતાના દૂરબીનથી શુક્ર અને બુધના ગ્રહોની ગતિ અને ચંદ્રની માફક તેમની વધઘટના દેખાવની ખાતરી કર્યા પછી પોતના સિદ્ધાન્તો પ્રસિદ્ધ કર્યા. ગ્રહોની ગતિ દૂરબીનથી સ્પષ્ટ જોયા પછી ગેલીલિયોના સિદ્ધાન્તોની સત્યતા વિષે શંકા હોઇ શકે જ નહિ. પરંતુ ૧૬૧૨ માં તેના ઉપર ધર્મ વિરુદ્ધ અભિપ્રાયો દર્શાવવા માટે તહોમત મૂકવામાં આવ્યું; ૨૧ વર્ષ સુધી તેને પજવ્યા પછી તેનો નિકાલ ૧૬૩૩ માં કરવામાં આવ્યો. પોતાના સિદ્ધાન્તો આટલા વર્ષોમાં તેણે પાછા ખેંચવાને બદલે વધારે મજબૂત પાયા ઉપર મૂકયા. તેણે પોતાનો કહેવાતો ગુનો કબૂલ કર્યો;

પરિણામે તેને આમરણ કેદખાનાની શિક્ષા ફરમાવવામાં આવી અને તે ઉપરાંત પોતાના સિદ્ધાંતો ખોટા છે એવું સોગંદપૂર્વક તેની પાસે બળાત્કારે બોલાવવામાં આવ્યું. "સૂર્ય ફરે છે અને પૃથ્વી સ્થિર છે," એ શબ્દો બોલીને, ઘૂંટણિયેથી ઊઠ્યા પછી "તે છતાં ફરે છે" એવા શબ્દો ધીમેથી તે બોલ્યો હતો એવું કહેવાય છે. આ પાછળથી બોલેલા શબ્દો યુધિષ્ઠિરના નરો વા કુંજરો વા એ શબ્દોની યાદ આપે છે; છતાં અસત્ય બોલતાં તેને થયેલો માનસિક ક્ષોભ દર્શાવે છે. સત્ય બોલવામાં અને વૈજ્ઞાનિક સત્યનું પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ મેળવવા છતાં પણ તે સત્યનું પ્રતિપાદન કરવામાં કેટલું કષ્ટ પડે છે અને તેમાં કેટલું મનોબળ જોઈએ છે તે બ્રુનો અને ગેલીલિયોનાં દૃષ્ટાન્ત બતાવી આપે છે. આવાં કષ્ટ સહન કરીને પણ વિજ્ઞાનની ધ્વજ ફરકતી રાખવાનું કામ વિજ્ઞાનના સૈનિકોએ કર્યું છે. અર્વાચીન કાળમાં આ કષ્ટ ઓછું થયું છે તે છતાં પણ સત્યનો માર્ગ સહેલો નથી થયો. તે માર્ગમાંથી ચલિત થવાના પ્રસંગો ઘણા આવે છે એ નીતિશાસ્ત્રીઓ અનેકવાર કહે છે. નીતિશાસ્ત્રથી ભિન્ન દૃષ્ટિએ વિજ્ઞાન સત્યને પૂજે છે; આ પૂજા કઠિન અને કષ્ટસાધ્ય હોવા છતાં ઘણું આ સત્યવ્રતમાં પોતાનું સર્વસ્વ હોમનારા વૈજ્ઞાનિકો દર વર્ષે વધતા જાય છે એ ઓછા આશ્ચર્યની વાત નથી. વિજ્ઞાન સેવકોમાં ઘણા-એક ઢોંગી અને સ્વાર્થી હશે; પરંતુ એકંદર વિજ્ઞાનની સર્વ પ્રવૃત્તિ સત્યશોધન માટે છે અને તે સત્યશોધનમાં આવતા કે જીવન કોઈ પ્રકારના દોષોથી દૂર રહેવાનો પ્રયત્ન એ વૈજ્ઞાનિક સત્યનું ખાસ લક્ષણ સર્વથી અગત્યનું અને આવશ્યક છે એ સ્વીકારવું જોઈએ.



પ્રકરણ ૩ જું: વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો

વિજ્ઞાનનું સ્વરૂપ, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનાં લક્ષણો એ જોયા પછી પણ વિજ્ઞાનનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવાને માટે વિજ્ઞાનમાં સ્વત:સિદ્ધ ગણાતા કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો સ્પષ્ટ કરવા અગત્યના છે. સૃષ્ટિમાં વ્યવસ્થા અને નિયમ છે, સૃષ્ટિક્રિયામાં એકરૂપતા+ અને એકતા * છે; સકલ સૃષ્ટિ સમન્વિત છે, એ સાદા લાગતાં વાક્યોમાં સમાયેલું ગૂઢ રહસ્ય જરા વિગતવાર તપાસીએ.

સૃષ્ટિની એકરૂપતા

સૃષ્ટિમાં વ્યવસ્થા એકરૂપતા અને નિયમિતતા છે: સૃષ્ટિની ઘટના અમુક વ્યવસ્થા અને નિયમ પ્રમાણે થાય છે એ વાત તો હવે સાધારણ ગણાય છે. આ વ્યવસ્થા અને નિયમિતતાની ભાવના વિજ્ઞાનના આધારરૂપ છે અને વિજ્ઞાનની બધી પ્રવૃત્તિ અને તેમના આરંભના મૂલરૂપ છે. સૃષ્ટિક્રિયા હમેશ એક જ રીતે એક જ પદ્ધતિસર થાય છે; અમુક પરિસ્થિતિ કે અમુક સંયોગોમાં અમુક ઘટનાઓનો ફરી ફરીને પ્રાદુર્ભાવ થાય છે એ ક્રમ વિજ્ઞાન દઢ વિશ્વાસથી સ્વીકારે છે. આજે અમુક સમયે સૂર્યનો ઉદય થયો છે અને કાલે પણ અમુક સમયે તેનો ઉદય થશે એ કેવલ શ્રદ્ધા નથી પરંતુ વૈજ્ઞાનિક નિરીક્ષણ અને અનુભવથી પ્રાપ્ત થયેલું તથ્ય છે. આજ સવાર અને કાલ સવારના સમય સુધીમાં કંઈ પણ વિપ્લવમય ફેરફારથી સૂર્ય કે પૃથ્વીનો નાશ થાય તો તે જુદી વાત, પરંતુ સાધારણ રીતે તો આ સૂર્યોદયની નિયમિતતા સ્વત:સિદ્ધ ગણાય છે. આ નિયમિતતાનું મૂલકારણ સૃષ્ટિમાં પ્રસરેલી એકરૂપતા છે, તેથી નિયમિતતા એક નહિ પણ અનેક ઘટનામાં જોવામાં આવે છે. તેથી જ વિજ્ઞાન નિયમો શોધવાના પ્રયત્નો કરી શકે છે, અને તેમાં સફળ થઇ શકે છે.

+ Uniformity * Unity

સૂર્ય, ગ્રહો અને તારાઓ આપણાથી ઘણે જ દૂર છે; તેમની અને આપણી વચ્ચે કાંઈ સંબંધ હોય તો તેમની તરફથી આવતા પ્રકાશ મારફત છે: તે સિવાય કોઈ પણ જડ વસ્તુ તેમની વચ્ચે આવજા કરી શકે તેમ નથી. આ પ્રકાશને પૃથ્વી ઉપર પહોંચતાં ઘણો સમય લાગે છે—સૌથી નજીકના તારામાંથી આવતું પ્રકાશનું કિરણ ત્યાંથી ચાર વર્ષ પહેલાં નીકળ્યું હોય!—તે છતાં પણ ત્યાંના પ્રકાશના ગુણો અને પૃથ્વી ઉપરના પ્રકાશના ગુણો એક સરખા જ છે. આ એકરૂપતાને લીધે આપણે કહી શકીએ છીએ કે પ્રકાશનાં કિરણોમાં અમુક જાતનાં ગાણિતિક તત્ત્વો હોવાં જ જોઈએ. સૂર્યના વાતાવરણમાં હીલિયમ નામનું નવું તત્ત્વ છે એ રંગપટવિદ્યાના આધારે સિદ્ધ થયું ત્યારે પૃથ્વી ઉપર હીલિયમ તત્ત્વ શોધી કઢાયું નહોતું; પણ શોધી કઢાયું ત્યારે સિદ્ધ થયું કે સૂર્ય ઉપરનું અને પૃથ્વી ઉપરનું હીલિયમ એ સર્વ રીતે એક જ છે તેવી જ રીતે સૂર્ય ઉપર કે બીજા કોઈ તારાઓ ઉપર હાયડ્રોજન તત્ત્વ મળી આવે છે; તેનું સ્વરૂપ, તેના ગુણો, તેની રંગપટ-રેખાઓ, તેના અણુઓ અને પરમાણુઓનું બંધારણ એ બધે ઠેકાણે એકસરખાં જ છે.

સૃષ્ટિની નિયમિતતા

પ્રકૃતિની આ એકરૂપતા ચોક્કસ ગણાતી વિજ્ઞાનશાખાઓમાં વધારે સારા અંશોમાં જોવામાં આવે છે. તેટલા અંશે નિયમશોધનનું કામ અને તેના ઉપરથી ભવિષ્ય ભાખવાની શક્તિ વધારે ચોક્કસ હોય છે. ખગોળવિદ્યા ગ્રહોની ગતિ, ગ્રહણનો સમય, ભરતીઓટનો કાળ વગેરે ચોકસાઈથી નક્કી કરી શકે છે. ભૌતિકવિદ્યા ભૌતિકશક્તિઓ અને તેમનાં રૂપાંતરો વિષે ચોકસાઈથી નિર્ણય કરી શકે છે. પ્રાણીવિદ્યા અને સમાજવિદ્યા જેવા વિષયોમાં આવો નિર્ણય થઈ શકતો નથી. કારણ કે નિયમરૂપ કારણો ઉપરાંત અંગત ઇચ્છાશક્તિ અને વધતા-ઓછા પ્રમાણમાં

નિયમોનો પ્રતિકાર કરી શકે છે. ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ પ્રમાણે સાધારણ પ્રાણીઓ પાણીમાં તરી શકે નહિ, પરંતુ તરતાં આવડે તો પછી તેમને ડૂબવું પણ અઘરું થઈ પડે છે. લોખંડની વસ્તુ પાણીમાં તરી શકે નહિ; અને હવામાં પણ અદ્ધર રહી શકે નહિ; તે છતાં લોખંડના વહાણો અને વિમાનો મનુષ્યની કારીગરી અને હિકમતને લીધે ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમોનું ઉલ્લંઘન કરતાં હોય એમ લાગે છે. સાધારણ ભૌતિક નિયમો પ્રાણીઓ અને મનુષ્યના સમૂહોને લાગુ પાડી શકાય તે પહેલાં એ સમૂહોનાં વિલક્ષણ વર્તન સમજવાં જોઇએઃ તે સમજ્યા પછી આવાં વર્તન સંબંધી પણ નિયમો પ્રાપ્ત થાય છે. પ્રાણીવિદ્યા, નૃકુલવિદ્યા, સમાજવિદ્યા, અર્થવિદ્યા, એ બધી વિજ્ઞાનની શાખાઓ આવા નિયમોની શોધ કરે છે. પ્રાણીઓના જન્મમરણ સંબંધી, મનુષ્યની પ્રાચીન સ્થિતિમાં જાતિઓ અને જૂથો કેવી રીતે બંધાયા હશે તે વિષે, સમાજની ઉન્નતિ અને અવનતિ વિષે શું નિયમો સાધી શકાય છે તે વિષે, દેશની આર્થિક સ્થિતિ અને સમૃદ્ધિના નિયમો તારવી શકાય કે કેમ તે વિષે અન્વેષણ અને અભ્યાસ ચાલુ છે. તેમાં પણ નિયમો મેળવી શકાય છેઃ આ નિયમો ખગોળશાસ્ત્ર કે ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો જેટલા ચોક્કસ ગણી ન શકાય. પણ એ નિયમો અમુક અંશે પણ ખરા પડે છે એ સૃષ્ટિની એકરૂપતા દર્શાવે છે અને સૃષ્ટિક્રિયા અમુક સંયોગોમાં અમુક જ રીતે પ્રાપ્ત થશે એમ ધારવાને સબળ રીતે પુષ્ટિ આપે છે.

વિજ્ઞાનનો આ નિયમિતતાનો સિદ્ધાન્ત મનુષ્યની સ્વતંત્ર ઇચ્છાશક્તિના વિચારને સંપૂર્ણ રીતે સહાય આપે છે. ઈશ્વર વિષે સાધારણ વિજ્ઞાનને જો કાંઇ કહેવાનું હોય તો એટલું જ કે સૃષ્ટિની વ્યવસ્થા અને નિયમ એટલાં ચોક્કસ છે કે તેમાં ઈશ્વર વિષે કાંઇ પણ વિચાર કર્યા સિવાય, અજ્ઞેયવાદ ગ્રહણ કરીને, વિજ્ઞાન પોતાનું કાર્ય સાધી શકે છે. વિજ્ઞાનની કાર્યપદ્ધતિમાં, વિચારપ્રણાલિકામાં અને વિજ્ઞાનની

આધારમાં પણ એક અજ્ઞેય કારણરૂપ ઈશ્વરને સ્થાન નથી; તે છતાં વૈજ્ઞાનિકોના અંગત અભિપ્રાયો ઘણા ધાર્મિક હોઈ શકે છે અને ખાનગી જીવનમાં વૈજ્ઞાનિકો ધર્મિષ્ઠ હોય પણ છે. પરંતુ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં અને સિદ્ધાન્તોના નિર્માણમાં ઈશ્વરનો વિચાર કરવાને બદલે સૃષ્ટિની નિયમિતતા અને સૃષ્ટિક્રિયાની એકરૂપતાનો ખ્યાલ વધારે સબળ રીતે રાખવો પડે છે. પાશ્ચર કહેતો કે 'હું' જ્યારે મારી પ્રયોગશાળામાં કામ કરું છું ત્યારે જડવાદ અને ઈશ્વરવાદ એ બંને તરફનાં દ્વાર બંધ કરી દઉં છું. હું ફક્ત તથ્યોનું નિરીક્ષણ કરું છું. અને કઇ કઇ વૈજ્ઞાનિક પરિસ્થિતિમાં જીવનનો આવિષ્કાર થાય છે, જીવન શરૂ થાય છે તેની શોધ એ જ મારું કર્તવ્ય છે.

આપણી અસ્થિર દેખાતી અને ગણાતી સૃષ્ટિના નિયમ અને વ્યવસ્થા શોધવી એ દરેક વૈજ્ઞાનિકનું નિત્ય કર્મ છે એટલું જ નહિ પણ મનુષ્યમાત્રના ઉચ્ચતમ અભિલાષોમાં આવા નિયમ અને વ્યવસ્થા જોવાનું, શિવ અને સુંદર પ્રત્યક્ષ અનુભવવાનું અને તેને વ્યક્ત કરવાનું કામ વૈજ્ઞાનિકો, કવિઓ કે તત્ત્વવેત્તાઓ સહુથી અગત્યનું ગણે છે.

વૈજ્ઞાનિક નિયમોનું સ્વરૂપ

સૃષ્ટિના નિયમોનું શોધન એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે એ ઘણીવાર કહેવામાં આવ્યું છે. આ નિયમ કેવા પ્રકારના હોય છે, તેમનાં સ્વરૂપ અને વિશેષતા કેવી જાતનાં હોય છે, તેમનો ખરો તાત્ત્વિક અર્થ અને ઉપયોગ કેવો હોય છે એ સર્વ સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. સાધારણ જનસમાજમાં એવી માન્યતા હોય છે કે વિજ્ઞાનના નિયમો જડ જ હોય છે અને તેમની નિશ્ચિતતામાં કાંઇ પણ ફેરફાર હોઇ શકે જ નહિ. કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકો ઉત્સાહમાં

આ નિયમોને માટે અચલ સ્થિરતા અને શાશ્વત સત્યનો દાવો કરે છે. તેમાં પણ અત્યુક્તિનો દોષ છે. નિયમશોધન એ વિજ્ઞાનનું મોટામાં મોટું કાર્ય છે અને ઉચ્ચતમ ઉદ્દેશ છે; પણ તે નિયમનો સંબંધ વ્યાપ્તિરૂપનો જ છે. જ્યાં જ્યાં ધૂમાડો હોય ત્યાં ત્યાં અગ્નિ હોવો જ જોઇએ એ સાદી વ્યાપ્તિને વૈજ્ઞાનિક નિયમનું રૂપ ન આપી શકાય તે છતાં પણ આપણે એટલું યાદ રાખવું જોઇએ કે લગભગ દરેક વૈજ્ઞાનિક નિયમ ફકત આવા વ્યાપ્તિસંબંધ દર્શાવે છે. ભિન્ન વિશિષ્ટ ઘટનાઓના વર્ગીકરણ અને મનન ઉપરથી તેમનાં કાર્યકારણનો સંબંધ સ્પષ્ટ થાય, અમુક તથ્યો બીજાં અમુક તથ્યોનાં કારણરૂપ છે, એમ સ્પષ્ટ થાય તો પછી એ સાદો નિયમ ઉદ્ભવે છે.

આ પ્રમાણે કાર્યકારણનો સંબંધ દર્શાવતા હોવા છતાં, વૈજ્ઞાનિક નિયમોમાં કર્તૃત્વનો સંબંધ કે ભાવનાનો અંશ પણ હોતો નથી. અમુક પરિસ્થિતિમાંથી બીજી અમુક પરિસ્થિતિ ઉદ્ભવે છે એ વૈજ્ઞાનિક નિયમમાં પહેલી પરિસ્થિતિને કર્તૃત્વની ભાવના આરોપવામાં આવતી નથી. તેવી જ રીતે પ્રયોજન અથવા હેતુનો પણ નિર્દેશ કરવામાં આવતો નથી; એક કાર્ય "શા માટે" થાય છે તેને માટે વિજ્ઞાન અન્વેષણ કરતું જ નથી, પરંતુ "કેવી રીતે" થાય છે એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવામાં જ સંતોષ માને છે. વૈજ્ઞાનિક નિયમો સામાન્ય ઘટનાનું તત્ત્વજ્ઞાન કે નૈયાયિકની દૃષ્ટિએ અંતિમ કારણ શોધવાને બદલે સાધારણ ઇંદ્રિયગ્રાહ્ય અને સ્પષ્ટ કારણો શોધે છે. આ સાદી વાત યાદ રાખીએ તો પછી વૈજ્ઞાનિક નિયમોને વિષે ગેરસમજુતી થવાનો ભય નહિ રહે. રાસાનિક સંયોજનના નિયમો, પદાર્થની ગતિના નિયમો, પ્રકાશ, વિદ્યુત કે ચુંબકબળના નિયમો, દ્રવ્યના સંરક્ષણના સિધ્ધાન્તો, પ્રાણીઓની ઉન્નતિનો સિદ્ધાંત, અથવા તો ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ કે અણુની રચનાના નિયમો એ સર્વમાં અમુક જાતના સાર્વ-

ત્રિક વ્યાસિસંબંધોનું નિરૂપણ છે. આ સંબંધોને ઘણીવાર જ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે બદલવા પડે છે: નવી શોધો અને નવાં તથ્યોને અનુકૂલ થાય અથવા સમજાવી શકે તેવી રીતે તેમાં વિસ્તરણ કે સંકોચન કરવું પડે છે. આવા ફેરફારો કરવામાં વૈજ્ઞાનિકોની અથવા તો તેમના સિદ્ધાન્તોની પ્રતિષ્ઠાને જરાયે હાનિ થતી નથી. તેથી ઉલટું, જૂના નિયમોની અપૂર્ણતા કે ખામીઓ જાણવા છતાં અને નવા નિયમો કે સિદ્ધાન્તોની સાબિતી જોવા છતાં પણ તેને ન સ્વીકારનારને વૈજ્ઞાનિક કહેવરાવવાનો હક નથી. હક્સ્લીની પ્રતિભાશાલી અને લાક્ષણિક ભાષામાં કહીએ તો +"એક જ મતને વળગી રહેવાનો દુરાગ્રહ કરવાથી વિજ્ઞાન આત્મઘાત કરે છે." આ આત્મઘાતના દોષમાંથી બચવાને માટે અને વળી સત્યપ્રાપ્તિના શુદ્ધ આદર્શને લીધે વૈજ્ઞાનિકો જૂના નિયમો અને સિદ્ધાન્તોમાં યોગ્ય ફેરફાર કરતાં અથવા તો તેમનો સદંતર ત્યાગ કરતાં જરાયે ખચકાતાં નથી. વિશ્વઘટનાને સમજાવવાને માટે અને જગતનો કોયડો ઉકેલવાને માટે જુદી જુદી જાતની કૂંચીઓ બનાવવી પડે છે; આ કૂંચીઓથી જ્યાં સુધી અંધકારનાં દ્વાર ખુલી શકે છે અથવા તો જ્યાં સુધી તેમના ઉપર કાટ લાગવાથી અથવા તો બીજા કોઇ કારણથી તે નિરુપયોગી થઇ પડતી નથી ત્યાં સુધી તેમને કામમાં લેવામાં આવે છે: નવી મુશ્કેલીઓ ઊભી થતાં અથવા જૂની કૂંચીના કરતાં વધારે સારી અને સરળ કૂંચી મળતાં જૂની કૂંચીનો ત્યાગ કરવો એ સત્યશોધકને ઈષ્ટ છે.

વિજ્ઞાનના નિયમોની આ પ્રકારની અનિશ્ચિતતા જોઇને કોઇને નિરાશા થાય અને કોઇને અસંતોષ પણ ઊપજે. કોઈ એમ શંકા કરે કે આવા અનિશ્ચિત નિયમોનો ઉપયોગ શું? પરંતુ સત્યશોધકને આ શંકાની ક્ષુદ્રતા સહેજમાં સ્પષ્ટ થશે. કલાકારની કૃતિઓનું પ્રયોજન કૃતિની અપૂર્વતામાં જ સમાય છે; કવિઓની કૃતિને પણ

+ Science commits suicide when it adopts a creed.

કૃતિનિર્માણ સિવાય બીજું પ્રયોજન હોય નહિ. પરંતુ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સત્યશોધનના આશયથી જ રચવામાં આવે છે અને તે સત્યપ્રાપ્તિની સીડીના પગથિયાંરૂપ છે. વિજ્ઞાનનું અંતિમ લક્ષ્ય કેવળ નિયમસિદ્ધિ કે સિદ્ધાન્તપ્રાપ્તિ નથી; નિયમો તો સત્યશોધનના સાધનરૂપ છે. સાધન અને સિદ્ધિનો ભેદ ન સમજવામાં જે અનિષ્ટ ભૂલો થાય છે તેથી દૂર રહેવાની જરૂર છે. વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તોનું સાફલ્ય, તેમની પ્રાપ્તિ માટેની તૈયારી અને મહેનતમાં જ પ્રાપ્ત થાય છે. નવી ઘટનાનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થતાં અને તેમનો જૂના સિદ્ધાન્તોની સાથે વિરોધ દેખાતાં ઘણીવાર વર્ગીકરણની ખામીઓ અથવા જૂના પ્રયોગો કે નિરીક્ષણની ખામીઓ સ્પષ્ટ થાય છે, તેની સમજુતી માટે નવાં તથ્યોની શોધમાં નવા પ્રયોગો કે નવાં નિરીક્ષણની જરૂર પડે છે. આ રીતે નવું નિરીક્ષણ અને નવા પ્રવૃત્તિમાર્ગોની દિશા પ્રાપ્ત થાય છે અને તેથી જૂના સિદ્ધાન્તોનો ત્યાગ કરવા છતાં પણ જ્ઞાનની વૃદ્ધિ તો જરૂર થાય છે.

વિજ્ઞાનના નિયમો વિષે હુક્સ્લીના ચમત્કારિક શબ્દો મનનીય છેઃ "આ સૃષ્ટિને હું એક મોટી રમત સમજું છુંઃ [પાનાંની] આ રમતમાં આપણને—ક્ષુદ્ર મનુષ્યોને—હાથ લેવાનો હક આપવામાં આવેલો છે. મહાસદ્ભાગ્યે આપણા આર્ય પુરુષોએ આ રમત હાલમાં કેમ રમાય છે તે વિષે થોડાએક નિયમો શોધી કાઢ્યા છે. આ નિયમોને "પ્રકૃતિના નિયમો" કહીએ છીએ અને તેને માન આપીએ છીએ; કારણ કે તે પ્રમાણે ચાલવાથી આપણી મહેનતનો સારો બદલો મળે છે. કલ્પનાઓ અને સિદ્ધાન્તો એ આપણાં પત્તાં છે અને પ્રયોગાત્મક નિર્ણયસિદ્ધિ એ આપણા હાથ છે."

સૃષ્ટિ જડ છે કે ચેતનમય છે એ પ્રશ્ન ઘણીવાર ચર્ચાય છે. પરંતુ સૃષ્ટિમાં નિયમ અને વ્યવસ્થાનું રાજ્ય છે તે વિષે શંકા નથી. ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો પણ જડ નિયતિવાદને આધીન છે કે કેમ તે

પ્રશ્ન ચર્ચાસ્પદ છે. વીજાણુની ગતિના નિયમો ન શોધી શકાય ત્યાં સુધી એમ લાગે કે વિશ્વમાં અનિયમિતતા પ્રચલિત છે અથવા તો નિયતિવાદને બદલે અનિયતિવાદનો આશ્રય લેવો ઠીક. પરંતુ એકંદરે વ્યાવસનભંગનો અનિયતિવાદનો સિદ્ધાન્ત સત્યની કે ઉપયોગિતાની દૃષ્ટિએ પણ માન્ય નથી. પણ એટલું ખરું કે જડ નિયતિને બદલે કાર્યકારણનો સંબંધ હવે વધારે ઢીલો મનાય છે; વિજ્ઞાનમાં સૃષ્ટિના કર્તાને માટે સ્થાન નથી. કર્તૃત્વ ભાવનાની દરકાર રાખ્યા સિવાય અમુક ઘટનામાંથી બીજી ઘટના ઉત્પન્ન થાય છે કે નહિ અને તે બે વચ્ચે કાર્યકારણનો સંબંધ છે કે નહિ તે અન્વેષણમાં જડ નિયતિ ઉપર આધાર રાખ્યા વિના વિજ્ઞાન આગળ વધે છે, પરંતુ પ્રયોગમાં કેટલા ટકા સંબંધ જોવામાં આવ્યો છે એની નોંધ ઉપરથી નિયમ તારવવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે.+

ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમોમાં અપવાદને સ્થાન નથી, એમ ન કહી શકાય. અમુક પરિસ્થિતિમાં અમુક કારણોના પરિણામે અમુક કાર્ય અથવા અમુક ઘટના સિદ્ધ થવી જોઇએ એ નિયમના અપવાદો પરિસ્થિતિમાં કે કારણોમાં ફેરફારોને લીધે થાય છે કે નહિ તે તપાસ કરવાની જરૂર તો હમેશ રહેવાની જ; પરંતુ ૧૦૦ ઘટનામાંથી ૯૦–૯૫ ટકા સુધી પણ કાર્યકારણનો સંબંધ જોઇ કે અનુભવી શકાય તો સંતોષ મળ્યો ગણાય.

સૃષ્ટિની એકતા

વિજ્ઞાનનો ત્રીજો મૌલિક સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. વિજ્ઞાનની શાખાઓ વિવિધ છે તે છતાં વિજ્ઞાન તો એક જ છે; અભ્યાસની સરલતા માટે વિભાગ પાડવા છતાં વિજ્ઞાનની એકતા તો સ્વતઃસિદ્ધ છે એ વિષે ઘણીવાર આ પુસ્તકમાં ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે. વિજ્ઞાનની આ એકતાની સાથે સૃષ્ટિની એકતા પણ ફલિત થાય છે; તેથી વિજ્ઞાનના વિવિધ પ્રશ્નોનું સ્વતંત્ર રીતે અન્વેષણ

+ Physical laws do not express absolute necessity but merely statistical probability.

કરવા છતાં પણ સૃષ્ટિસમસ્તનું જ્ઞાન મેળવવાને માટે આ વિવિધ પ્રશ્નોના અભ્યાસનું એકીકરણ અને કેન્દ્રીભવન કરવાની જરૂર પડે છે કારણ કે સૃષ્ટિની અનેક ઘટનાઓ એકબીજાની સાથે આંતર-સંબદ્ધ હોય છે અને તે સઘળાના સંબંધનાં મૂળ ઘણીવાર અટપટી રીતે ગુંચવાયેલાં હોય છે તેથી સૃષ્ટિઘટનાના વાસ્તવિક અન્વેષણને માટે આ સર્વ અનુભવોના એકીકરણની ખાસ આવશ્યકતા રહે છે, અને આ કાર્યમં દરેક અન્વેષકને સ્પષ્ટ થતું જાય છે કે વિશ્વમાં એક જ સૂત્રરૂપે કાર્યકારણના પ્રવાહ વહે છે, અને સકલ વિશ્વમાં વ્યાપક આ સૂત્રની શોધ એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે વસુધૈવ કુટુમ્બકમ્ એ પ્રાચીન ઉકિતનો પ્રત્યક્ષ અનુભવ વૈજ્ઞાનિકોને પ્રતિપળે થાય છે આ અનુભવથી વિમુખ થનારને સત્યપ્રાપ્તિનો લાભ મળી શકતો નથી

પૃથ્વી ઉપરના પ્રાણીઓના જીવનના આંતરસંબંધની વિવિધતા વિષે પ્રો. યોમ્સને એક અતિસુંદર શબ્દચિત્ર આપ્યું છે તેમાંથી અવતરણ કરવાનો લોભ રોકી શકાતો નથી "ડાર્વિને જીવનતસૃષ્ટિને વણાતા કાપડની સાથે અને કરોળિયાના* જાળાંની સાથે સરખવી છે તેનાં બધાં પુસ્તકોમાં સૃષ્ટિમાં પથરાઇ રહેલી સમન્વય અને સંકલનાની ભાવના, અને પ્રાણીઓના એકબીજાના આંતરસંબંધની ભાવના એ એક પ્રકાશમય અંતરપટ તરીકે જોવામાં આવે છે ડાર્વિન કહે છે કે બિલાડીઓનો લવિંગના પાકની સાથે અને નાનાં અગસિયાં-નો પૃથ્વી ઉપરના ઘઉંના પાકની સાથે સંબંધ છે માડા ગાસ્કરમા ફૂલને અગિયાર ઇંચ લાંબી પાંખડીઓ હોય તો ડાર્વિન કહેશે કે તેની જ લાંબી સૂંઢવાળું+ પતંગિયું પણ હોવું જોઇએ, નહિ તો તે સિવાય ફૂલનાં સુગન્ધ અને રસ વ્યર્થ જાય દૂર દૂરથી

*સરખાવો હિંદુશાસ્ત્રોમાં ઊર્ણનાભિની કલ્પના અને તેના ત્રિવિધ ઉપયોગ.
+ Proboscis

આવેલાં પક્ષીના પગ જમીન ઉપર મુકાતાં જ તેનાં પગલાંનાં આંદોલન દૂર સુધી પહોંચે છે; કારણ કે તેનાં પગલાં નીચેની માટીમાંથી ડાર્વિન એંશી ઝાડવાં ઉગાડી શકે છે; કોઇ રાજાના મહેલની નજીકમાં ઊગતા છોડવાની જાતો જાણવાથી તેને અમુક પ્રકારની માછલી ખાવાનો શોખ છે એમ કહી શકાય; તેના પગ ઉપરના ચેકના બૂટથી સીલ નામની માછલીની કતલ યાદ આવે છેઃ તેના મહેલમાં વપરાતી હાથીદાંતની ચીજોથી હાથી પકડવાની કળાનો અને પૃથ્વી ઉપરથી હાથીની જાતિનો નાશ થવાનો ખ્યાલ આવે છે. સૃષ્ટિમાં દ્રવ્ય અને શક્તિની સતત ગતિ અને પરિક્રમણ ચાલુ રહે છે. આ ગતિનાં આંદોલનો "ક" થી "જ્ઞ" સુધી પહોંચે છે અને પાછા "જ્ઞ" થી "ક" સુધી પ્રસરે છે, જો કે તેના દરેક અવયવને આ ગતિ અને તેની અસરનું જ્ઞાન હોતું પણ નથી. ઑસ્ટ્રેલિયામાં સસલાની જાત દાખલ થવાથી અથવા તો જમૈકામાં નોળિયા જેવાં પ્રાણી – દાખલ થવાથી અથવા તો અમેરિકાનાં સંયુક્ત રાજ્યોમાં ચકલીઓ દાખલ થવાથી ત્યાં ઉત્પન્ન થયેલાં સૃષ્ટિજીવનનાં આંદોલનની અસરનો ખ્યાલ સાધારણ મનુષ્યને આવવો મુશ્કેલ છે. જંગલ કાપવાનો અને વરસાદનો સંબંધ, ઝાડ કાપવાનો અને તીડો વગેરેના ઉપદ્રવનો સંબંધ, ઊડતાં પક્ષીઓએ જુદે જુદે ઠેકાણે બીજ નાંખવાથી નવે સ્થળે થતાં જાતિ અને ઉપજાતિઓના ફેરફાર, વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ ઉપર સૂર્યના પ્રકાશ અને તેજની અસર—આ સર્વે અને એના જેવી અનેક ઘટનાઓથી સૃષ્ટિના સમન્વયની ભાવના દૃઢ થાય છે." ડાર્વિનનાં ઉપરનાં દૃષ્ટાંતો સજીવ સૃષ્ટિમાંથી લેવાયાં છે, પરંતુ નિર્જીવ ગણાતી સૃષ્ટિમાં પણ આ ભાવના દૃઢ થવાના પ્રસંગો અનેક આવે છે. વરસાદનું પાણી ઝરા, નદીઓ, અને સમુદ્રમાં થઇને પર્વતો, ડુંગરો અને જમીનને અનેક દિશાએથી કોતરે છે અને પૃથ્વીની ભૌગોલિક સ્થિતિનું રૂપાન્તર

– Mongoose

કરે છે, તેમાં ભરતીઓટ, પવન અને વાવાઝોડું વગેરે પણ મદદ કરે છે પાણીની છત અને અછત ઉપર, નદીના વહેણ અને વનણ ઉપર શહેરો અને બંદરોની આબાદી અને બરબાદીનો આધાર રહે છે. નિર્જીવ ગણાતા દ્રવ્યના અણુઓ પણ હમેશ ગતિમાન હોય છે. આ ગતિમાન અણુઓ, પરમાણુઓ અને વીજાણુઓથી જ સકળ સૃષ્ટિની રચના બધાય છે અને ત્રુટે છે આ ગતિ, આ આંતર સંબંધ, અને સમન્વય એ સૃષ્ટિના અને તેથી વિજ્ઞાનના મૌલિક તત્ત્વરૂપ છે.

સૃષ્ટિસમન્વયની ભાવના

આ મૌલિકતાને લીધે એટલું પણ સ્પષ્ટ થાય છે કે મનુષ્યની સ્વતંત્રતા અને સાર્વભૌમતાને હદ છે, એક સમય એવો હતો કે વિશ્વનુ મધ્યબિન્દુ—પૃથ્વી અને સૃષ્ટિનું મધ્યબિન્દુ—મનુષ્ય છે એમ ગણાતુ. આકાશ, સૂર્ય, ચન્દ્ર, તારાગણો પૃથ્વીના લાભને માટે છે અને સૃષ્ટિ માત્ર મનુષ્યને રાજ્ય કરવાને માટે જ સર્જવામાં આવી છે એ માન્યતા ઘણા સમય સુધી પ્રચલિત હતી. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે આ માન્યતાની ભૂલ સ્વીકારાતી ગઈ. ઉત્ક્રાન્તિવાદે પણ મનુષ્યના ગર્વ અને અજ્ઞાનના આવરણો ભેદીને પરમ સત્યની ઝાંખી કરાવી વિજ્ઞાનની શાખાઓ, ઉપશાખાઓ અને ઔપપત્તિક× વિભાગોના વિકાસની સાથે સૃષ્ટિના સમન્વયનો સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ રીતે સ્વીકારાવા લાગ્યો, જડ અને ચેતન સૃષ્ટિ અસંબદ્ધ અને વિચ્છિન્ન નથી પરંતુ સૃષ્ટિમાત્ર સંબદ્ધ અને સમન્વિત છે એ સ્વીકારાવાની સાથે કેવળ જડવાદની પ્રતિષ્ઠા ઓછી થઇ ગઇ માનવશાસ્ત્ર અને ખાસ કરીને તુલનાત્મક માનવશાસ્ત્રનો વિકાસ થવાથી, પ્રાણીમાત્રમાં અમુક પ્રકારના માનસિક વ્યાપારો થાય છે તેના અભ્યાસથી, અને વનસ્પતિઓમાં પણ પ્રાણીના જેવા જીવનવ્યાપારો નિરખી શકાય છે તેના મનનથી, વૈજ્ઞાનિકોની ખાત્રી થતી જાય છે કે સૃષ્ટિમાં કેવળ

× Applied

જડ ઉપરાંત બીજું કાંઇ છે. જડના જુદા જુદા વિભાગો સમન્વિત છે, તેવી જ રીતે જડ અને ચેતનના જુદા જુદા વિભાગો સમન્વિત છે, સકળ સૃષ્ટિ સમન્વિત છે. આ સમન્વયની ભાવના× સૃષ્ટિનિરૂપણમાં અને વિશ્વક્રિયા સમજવામાં ઘણી જ ઉપયોગી છે.

આ દૃષ્ટિથી વૈજ્ઞાનિક વર્ણનની વિશિષ્ટતા એક સાધારણ દૃષ્ટાંત લઇને તપાસીએ. એક સાધારણ પાટલો, ટેબલ, કે ખુરશીનું વર્ણન કરવું હોય તો પહેલાં તો તેનું બાહ્ય દૃશ્ય—બહારનો દેખાવ—આકાર, ઊંચાઇ, નીચાઇ, પહોળાઇ, નરમાશ, રંગ-પોલીશ, લીસાપણું વગેરે જાણવું પડે છે તે જાણ્યા પછી પણ વનસ્પતિવેત્તાને જાણવાનું ઘણું બાકી રહે છે

વનસ્પતિવેત્તા તે કઇ જાતના લાકડામાથી બનાવવામા આવ્યો છે તે કહી શકે છે. સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી તેની અંદરની રચના અને વનસ્પતિની જાત વિષે વધારે જ્ઞાન મેળવી શકે છે, અને વનસ્પતિના જીવનકોષમાથી કેવી રીતે તે લાકડું બંધાયું હશે તે કહી શકે છે. ભૌતિકવેત્તા કહેશે કે આ લાકડાની નક્કરતા અને સ્થિતિસ્થાપકતા વગેરે ગુણો સમજવાને માટે તેનું બંધારણ ત્રુટક અણુઓનુ બનેલું છે એમ કલ્પવું જોઇએ આ અણુઓનું વિભાજન રસાયનવિદ્યામા થાય છે અને રસાયનવેત્તાઓ કહી શકશે કે આ અણુઓમાં કેટલા પરમાણુઓ રહેલાં હોય છે, તેમા કાર્બન, હાઈડ્રોજન અને ઑક્સિજનના પરમાણુઓની સંખ્યા પણ તેઓ જોઇ શકે છે. લાકડું બળવાથી આ પરમાણુઓની વ્યવસ્થા ફેરવાઇ જાય છે અને નવા રૂપાંતરો ઉત્પન્ન થાય છે, તે છતાં તેમનું કુલ વજન એટલું ને એટલું જ રહે છે આ પરમાણુઓનો વધારે અભ્યાસ કરતાં એમ સિદ્ધ થયું છે કે જેમ અણુઓ પોતે ગતિમાન હોય છે તેમ પરમાણુઓની અંદર પણ ગતિ હોય છે. આ પરમાણુની રચના સૂર્યમંડળના જેવી ગણાય છે, એક મધ્યસ્થ જડ અને ધન બિન્દુની ચારે તરફ હલકા વજનનાં વિદ્યુ

× Sense of inter-relatedness

દણુઓ નાચતા કૂદતા અને પરિભ્રમણ કરતા જણાય છે. આ વિદ્યુદણુઓ, પરમાણુઓ, અને અણુઓના એવા વિલક્ષણ વ્યૂહ રચાય છે કે જેમાંથી અમુક રંગના જ પ્રકાશનાં કિરણો નીકળે એવું નક્કર રૂપ, લાકડું પકડે છે. આ પ્રમાણે રૂપ, રંગ, વગેરે બાહ્ય સ્વરૂપ તેમ જ આંતર રચના વગેરેનો વિચાર જુદી જુદી દૃષ્ટિથી કરવાને પાટલાના બાહ્ય સ્વરૂપથી આપણે બહુ જ દૂર જવું પડે છે. પરંતુ આ બધું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કર્યા સિવાય પાટલા જેવી સાધારણ વસ્તુનું અંતિમ અને યથાર્થ જ્ઞાન થઇ શકે નહિ. ઘટનું ઘટત્વ અને પટનું પટત્વ નૈયાયિક બુદ્ધિથી શોધવાના બધા પ્રયત્નો આવા સંપૂર્ણ જ્ઞાનવિના નિષ્ફળ થાય છે. સૃષ્ટિ સમન્વિત છે અને આ સમન્વયની ઉપેક્ષા કરવાથી સત્યપ્રાપ્તિ માટેના પ્રયત્નો વ્યર્થ જાય છે. તેથી ઉલટું કેવલ ભૌતિકવિદ્યા કે કેવલ વનસ્પતિવિદ્યા કે વિજ્ઞાનની કોઇ એક જ શાખાથી અંતિમ સત્યના મહાન્ અને વિશાળ પ્રશ્નોનો ઉકેલ-ઉત્તર આપી શકાય નહિ. આવા પ્રશ્નોનો ઉકેલ પરમાર્થશાસ્ત્ર+વડે થવો જોઇએ, પરંતુ આ પરમાર્થશાસ્ત્ર વિજ્ઞાનની સાથે સંબદ્ધ અને સમન્વિત હોવું જોઇએ. સૃષ્ટિના સમન્વયની સાથે જ્ઞાનનો સમન્વય પણ સ્વીકારવો જોઇએ; અને તેથી સત્યશોધકને એકલા તત્વજ્ઞાન કે એકલા વિજ્ઞાનથી સંતોષ થઇ શકે જ નહિ. વિજ્ઞાન આ સંબંધ સ્વીકારીને જ આગળ વધવાનો આગ્રહ કરે છે; અને તેથી આ સમન્વયની ભાવના વિજ્ઞાનમાં લાક્ષણિક જ ગણી શકાય, જીવન અને શક્તિ, શરીર અને મન, શારીરિક અને માનસિક ક્રિયાઓ, ભૌતિક વાતાવરણ અને કાર્યદક્ષતાનો વગેરે પ્રકારના સંબંધોના અન્વેષણમાં વિજ્ઞાનની અનેક શાખાઓનું સમીકરણ કરવું પડે છે. તેવી જ રીતે દેશના વિકાસના આયોજન માટે પણ વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખાઓનો સમન્વય કરવામાં ન આવે ત્યાં સુધી કાર્યમાં સફળતા ન મળે.

+ Metaphysics

करीशुं. वर्णनात्मक शास्त्रमां भौतिक सृष्टि अने जीवमय सृष्टनां शास्त्रो एम बे मुख्य विभाग पाडीशुं. भौतिक सृष्टिनां शास्त्रोमां भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, भूविद्या, भूगोळविद्या, खगोळविद्या, यंत्रविद्या वगेरे आवी जाय छे. जीवमय सृष्टिनां शास्त्रोमां प्राणीविद्या वनस्पतिविद्या तेम ज मानसशास्त्र अने समाजशास्त्र ए मुख्य गणाय छे.

भावात्मक विज्ञान

विज्ञानना भावात्मक अने वर्णनात्मक ए बे मुख्य विभागमां भावात्मक× अने वर्णनात्मक+ ए शब्दनो अर्थ स्पष्ट करवानी जरूर छे. मनुष्यने थता ज्ञानना बे मुख्य विभाग पाडी शकाय; एक तो वस्तुओनुं वर्णनात्मक ज्ञान; दाखला तरीके चार पगवाळी गाय जोवाथी तेनुं वर्णन आपणा मनने पहोंची शके छे. बीजुं, ज्ञानना भाव केवी रीते आपणुने प्राप्त थाय छे, गायनो विचार शी रीते आपणा मनने पहोंचे छे, ते पद्धतिनुं ज्ञान. वर्णनात्मक ज्ञानमां आपणा अनुभव अने अनुभवजन्य प्रमेयमांथी थतां अनुमाननो समावेश थाय छे. बीजी तरफथी भावात्मक ज्ञानमां अनुमाननी पद्धति, अन्वेषणनां नवीन साधनो, अने विज्ञानना निर्णयनी संपूर्णता अने वास्तविकता वगेरेनी परीक्षा अने विवेचननो समावेश थाय छे.

साधारण रीते काल अने दिक् ए बे दृष्टिए आपणा अनुभवो जुदा पडे छे. हवे काल अने दिक्ना भिन्न भिन्न भावो स्वतंत्र होई शके अथवा तो दिक् अने काल बन्नेने लागु पडे तेवा सामान्य संबंधो पण उद्‌भवी शके. आवा ज्ञानबोधनना सामान्य संबंधो गुणवाचक अथवा संख्यावाचक होई शके अने ते प्रमाणे विज्ञाननी जुदी जुदी शाखाओ नीकळे छे. (१) गुणवाचक संबंधोनुं विवेचन न्यायशास्त्रमां थाय छे, अने ते विवेचनमां पदार्थोना साधर्म्य अने वैधर्म्यना बोधनना नियमो, अथवा तो विचारना नियमोनुं शोधन

× Abstract + Concrete

થાય છે. આ નિયમો ઉપરાંત વિચારનાં નવાં ઉપકરણોના અને જ્ઞાનની પદ્ધતિના સંશોધનને માટે પદ્ધતિશાસ્ત્ર[1]નો વિષય પણ જુદો પડે છે. આવા સંબંધોમાં વિવેચન અને નિર્ણય થયા પછી પણ જ્ઞાન માત્રની યથાર્થતાની પરીક્ષા કરવાને માટે પરમાર્થશાસ્ત્ર[2]ની જરૂર પડે છે. આ સમૂહનાં સઘળાં શાસ્ત્રો ફિલસૂફી–તત્ત્વજ્ઞાનના[3] સામાન્ય નામથી ઓળખાય છે. (૨) સંખ્યાવાચક સંબંધોમાં નિશ્ચિત સંખ્યા અને અનિશ્ચિત અથવા ચલિત સંખ્યા એ બે [illegible] થાય છે. નિશ્ચિત સંખ્યાની વિદ્યામાં અંકગણિત, [illegible] એ બે વિષયો તો પ્રસિદ્ધ છે. પરંતુ પરિમાણની માપણી કેવી [illegible] છે અને કેવા પ્રકારની અને કેટલી ભૂલ થવાનો [illegible] આપણે જાણવું જોઈએ. આ ઉપરથી સાંખ્યિક[4] [illegible] માણોના વિવેચનની જરૂર પડે છે. અને તે [illegible] તે ઉપરથી માપણીના સિદ્ધાન્ત તેમ જ [illegible], અને ગણનાશાસ્ત્રના મૂલ સિદ્ધાન્ત વગેરે [illegible] વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં જે કોઈ [illegible] માટે પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે તેમાં [illegible] વનાના નિર્ણય માટે ચોકસાઈ [illegible] મદદ લેવી પડે છે. ઘણીવાર [illegible] નાના પરસ્પર સંબંધમાં કેટલા [illegible] રહે છે.

વિભાગ—ચલન-કલન[1] અને ચલરાશિકલન[2] વગેરે વિષયો પ્રાપ્ત થાય છે. (૩) હવે દિશ્‌ના-સ્થાનાંતરના વિશેષ સંબંધ બે રીતે કલ્પી શકાય. એક તો બિંદુઓ, લીટીઓ અને તલ-સપાટીના ફક્ત પરસ્પર સંબંધનો જ વિચાર કરીએ અને બીજું તેમના ઉપર અંતર, ક્ષેત્રફળ અને ઘનફળના પરિમાણનાં માપ લઈ શકીએ. પહેલામાં સાદી ભૂમિતિ આવે છે તેની ઉપરથી યંત્રકળાને ઘણી મદદ મળી છે. અને તે રીતે તે વિદ્યાને હજુ વધારે ખિલવવામાં આવે છે. બીજી રીતે કદ, અંતર, ક્ષેત્રફળ અને ઘનફળ માપવામાં ત્રિકોણમિતિ[3] અને [4]ક્ષેત્રમિતિ નામના ખાસ વિષયોની જરૂર પડે છે. સ્થલ અને કાલ એ બંનેનું અંતર અને ફેર થવાથી ગતિ થાય છે અને ગતિ સંબંધી વિદ્યા પણ એક સ્વતંત્ર શાસ્ત્ર-ગતિવિદ્યા તરીકે ઓળખાય છે. આ બધા વિભાગોનો સંબંધ છેવટે આપેલા કોઠા ઉપરથી સ્પષ્ટ થશે. વિનિયુક્ત વિજ્ઞાનની ઉપશાખાઓ પણ ત્યાં જ દર્શાવવામાં આવી છે.

વર્ણનાત્મક વિજ્ઞાન

ભાવાત્મક જ્ઞાનના વિષયો આપણે જોઈ ગયા. હવે વર્ણનાત્મક શાસ્ત્રો[5] તરફ નજર ફેરવીએ. સૃષ્ટિના વર્ણનમાં સજીવ સૃષ્ટિ અને નિર્જીવ અથવા ભૌતિક સૃષ્ટિ એમ બે વિભાગ સ્પષ્ટ પડે છે. સજીવ અને નિર્જીવ સૃષ્ટિ વચ્ચે અંતર કોઈ વખત સાંકડું થઈ જાય છે, અને જગદીશચંદ્ર બોસના અન્વેષણ પ્રમાણે સજીવ અને નિર્જીવ વસ્તુઓનું કેટલાએક પ્રકારનું સામ્ય સિદ્ધ થયું છે. તે છતાં બંનેની વચ્ચેનો ભેદ ઘણો જ વિશાળ હોવાથી તે બે શાખાઓને જુદી પાડવી જરૂરની છે. ભૌતિક સૃષ્ટિમાં પણ બે મુખ્ય ભેદ જણાય છે; એક તો દ્રવ્ય[6] અને બીજી શક્તિ[7]. ભૌતિક પદાર્થોનું-તેમના સ્વરૂપનું

1. Differential 2. Integral 3. Trigonometry 4. Mensuration 5. Concrete Sciences 6. Matter 7. Energy

વર્ણન અને મૂળ પ્રકૃતિના બંધારણના પ્રશ્નોનો એક વિભાગમાં સમાવેશ થાય છે. શક્તિ અને ગતિ, તેમનાં સ્વરૂપ અને તેમની વિભૂતિઓ અને તેમનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ વગેરે ચર્ચવાને માટે જુદાં જુદાં શાસ્ત્રોની જરૂર પડે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્ર

હજુ પણ દ્રવ્ય અને શક્તિનાં મૂલતત્ત્વોના વાસ્તવિક સંબંધના સંશોધન માટે ભૌતિક વિદ્યાની નવી નવી શાખાઓ રચાતી જાય છે.

રસાયનશાસ્ત્ર

ભૌતિકશાસ્ત્રનું અંતિમ લક્ષ્ય શક્તિનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવાનું છે; તેવી જ રીતે રસાયનશાસ્ત્રનું અંતિમ લક્ષ્ય પદાર્થનાં સ્વરૂપ અને બંધારણ સમજવાનું છે. શક્તિ અને પદાર્થના અંતિમ સ્વરૂપ વિષે ભૌતિકશાસ્ત્ર અને રસાયનશાસ્ત્ર બંનેને કાંઈક કહેવાનું હોય છે અને તેમની સીમા પરનો કેટલોએક પ્રદેશ બંને શાસ્ત્રો વચ્ચે સામાન્ય ગણી શકાય, અણુ, પરમાણુ અને વીજાણુના સ્વરૂપ અને અંતિમ બંધારણ વિષે બંને શાસ્ત્રોએ સારો પ્રકાશ પાડયો છે. દ્રવ્યોનું રાસાયનિક પૃથક્કરણ અને અવિભાજ્ય તત્ત્વોનું સંશોધન, રાસાયનિક સંયોજનના નિયમોનું અન્વેષણ, તેમ જ સૃષ્ટિની દરેક ઘટનાની રાસાયનિક દૃષ્ટિથી તપાસ એ રસાયનશાસ્ત્રનું ખાસ કામ છે. પદાર્થનાં અંતિમ તત્ત્વોના નિર્ણયમાં રસાયનશાસ્ત્રનું ખાસ કામ પડે છે અને આ મૌલિકતાને લીધે દરેક વિજ્ઞાનના અભ્યાસીને રસાયનશાસ્ત્રની થોડી ઘણી જરૂર પડે છે, અને તે કારણથી વિજ્ઞાનનો એવો કોઇ પ્રદેશ નહિ હોય કે જ્યાં કોઇપણ પગલે રસાયનશાસ્ત્રીનું કામ ન પડે.

ખગોળવિદ્યા

સૃષ્ટિવર્ણનમાં પૃથ્વી અને પૃથ્વી બહારની સૃષ્ટિ એ બે સ્પષ્ટ વિભાગ પડે છે. મનુષ્યનું રહેઠાણ પૃથ્વી ઉપર જ થવાથી તે સંબંધી મનુષ્યનું જ્ઞાન વધારે હોય તે સ્વાભાવિક છે, પણ પૃથ્વી બહારની સૃષ્ટિ કાંઈ નાની અથવા તો અગત્ય વિનાની ન ગણી શકાય. ખગોળવિદ્યામાં સૂર્યમંડળ, ધૂમકેતુઓ–નિહારિકા–આકાશગંગા, વગેરેનું વર્ણન થાય છે. તે દરેકની ગતિ વિષે હજારો વર્ષથી નિરીક્ષણ થતું આવે છે

જાતેા એવી મળી આવે છે કે જેમને કયા વર્ગમાં મૂકવી એ પ્રશ્ન ઘણેા જ વિવાદગ્રસ્ત રહે છે. તે છતાં સાધારણ વનસ્પતિ અને પ્રાણી—ઝાડ અને ઢેાર—વચ્ચેનેા ફેર આપણે સહેલાઈથી સમજી શકીએ છીએ. આથી જીવવિદ્યાના મુખ્ય વિભાગ વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા એમ બે પડે છે. જેવી રીતે અચેતન સૃષ્ટિમાં બીજા તારા અને ગ્રહેાના કરતાં પૃથ્વી વિષેનું આપણું જ્ઞાન વધારે વિશાળ અને સંપૂર્ણ છે તેવી જ રીતે બીજાં પ્રાણીએ કરતાં મનુષ્યનાં જીવન, ઉત્પત્તિ, અને લય વિષે આપણે વધારે સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરી શકયા છીએ. આથી મનુષ્યસંબંધી જ્ઞાનની શાખા પ્રાણીવિદ્યાથી દૂર રાખવામાં જ સુગમતા છે.

ચાર સામાન્ય ઉપશાખાએ

વનસ્પતિ, પ્રાણી અને મનુષ્યસંબંધીનાં જ્ઞાનને જુદા જુદા વર્ગમાં રાખવા છતાં પણ સજીવસૃષ્ટિની અભ્યાસની પદ્ધતિના મુખ્ય માર્ગ લગભગ સરખા જ છે. એક નવી વનસ્પતિ અથવા નવું પ્રાણી જોતાં જીવવિદ્યાના અભ્યાસકને જે વિચારેા ઉપસ્થિત થાય છે તે ઘણું કરીને ચાર જાતના પ્રશ્નેામાં વહેંચી શકાય. (૧) તે શું છે? તેનેા બાહ્યાકાર અને સ્વરૂપ કેવાં છે? (૨) તે કેવી રીતે જીવે છે? તેની આંતરરચના અને તેના જીવનવ્યાપાર કેવા છે? (૩) તે કેવી રીતે જન્મે છે? તે પ્રાણીની વ્યકિત તરીકેની વૃદ્ધિ અને જાતિની વૃદ્ધિ કેવી રીતે થાય છે? (૪) તે જીવેાની ઉત્ક્રાન્તિ શી રીતે થઈ હશે? તેમનું મૂળ સ્વરૂપ કેવું હશે અને તેમાંથી તેમનું હાલનું સ્વરૂપ કેવી રીતે ઉત્ક્રાન્ત થયું હશે? આ ચાર પ્રકારના પ્રશ્નો-માંથી ચાર ઉપશાસ્ત્રો (૧)રચનાશાસ્ત્ર[1] (૨)વ્યાપારશાસ્ત્ર[2] (૩)ગર્ભવિદ્યા[3] (૪) ઉત્ક્રાન્તિવિદ્યા[4] ઉદ્‌ભવે છે. વનસ્પતિશાસ્ત્ર અથવા પ્રાણીવિદ્યા અથવા મનુષ્યની શારીરવિદ્યા એ દરેકમાં આ ચાર દૃષ્ટિએ મેાટા વિભાગ પડે છે.

માનસશાસ્ત્ર

શારીરરચનાશાસ્ત્ર, શારીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, જાતિવિકાસવિદ્યા,[3] અને ઉત્ક્રાન્તિવાદ એ ચારેની જુદી જુદી દૃષ્ટિથી દરેક પ્રાણી અને વનસ્પતિનેા

1. Anatomy. 2. Physiology. 3. Embryology. 4. Evolution.

અભ્યાસ કરવામાં આવે છે એ આપણે જોયું. પ્રાણીઓની સૃષ્ટિના રાજા તરીકે મનુષ્ય શ્રેષ્ઠ સ્થાન ભોગવે છે, અને તેના સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાનાં સાધનો અને સગવડો વધારે હોવાથી મનુષ્યસંબંધી શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર,ગર્ભવિદ્યા,સુપ્રજનનવિદ્યા[1] મનુષ્યવિદ્યા[2] નૃકુલવિદ્યા[3] વગેરે વિષયો સારી રીતે ખેડાયેલા છે. બીજાં પ્રાણીઓ કરતાં મનુષ્યનું મન અને માનસિક પ્રવૃત્તિ વિલક્ષણ હોય છે; અને તેના અભ્યાસને માટે વિજ્ઞાનની એક જુદી શાખા કરવી પડી છે. આ શાખાને માનસશાસ્ત્ર કહે છે. તે વિષયમાં મનુષ્યની લાગણીઓ, વૃત્તિઓ, તેના સામાજિક, માનસિક અને ધાર્મિક વિચારોના અભ્યાસનો સમાવેશ થાય છે. એક બાજુથી જ્ઞાન, જ્ઞાતા અને જ્ઞેયના અભ્યાસને લઇને માનસશાસ્ત્ર પરમાર્થશાસ્ત્રની સાથે સંબદ્ધ છે અને બીજી બાજુએ મનુષ્યના માનસિક અને શારીરિક વ્યાપારના સંબંધને લઇને શરીરવિદ્યાની સાથે સંકલિત છે. મનુષ્યની સર્વ પ્રવૃત્તિઓમાં પશુઓથી ભિન્ન માનુષિકતાનું જે કંઇ દર્શન થાય છે તેનું મુખ્ય કારણ તેના માનસિક વ્યાપારનું છે. આ માનસ-વ્યાપારના અભ્યાસથી અર્વાચીન મનુષ્યવિદ્યાના દરેક પ્રદેશમાં ફેરફાર થયો છે. તે ફેરફાર વિષે એટલું યાદ રાખવું જોઇએ કે તત્વજ્ઞાનીઓ અને પરમાર્થશાસ્ત્રીઓના પાસમાંથી છૂટીને સ્વતંત્ર થયા પછી જ માનસશાસ્ત્રનો વિકાસ સારો થઇ શક્યો છે. પ્રયોગાત્મક માનસશાસ્ત્ર પર જ હાલના માનસશાસ્ત્રના સિદ્ધાન્તો રચાયેલા છે; અને તેથી તેને જીવવિદ્યાની એક શાખા તરીકે મૂકવામાં આવ્યું છે. તેનું બીજું કારણ એ છે કે મનુષ્ય સિવાય બીજાં પ્રાણીઓની માનસિક પ્રવૃત્તિનો અભ્યાસ હવે વિશાળ થતો જાય છે, કૂતરા અને ઘોડાની માનસિક પ્રવૃત્તિ વિષે ઘણા કાળથી સાધારણ વાતો સાંભળવામાં આવે છે; પરંતુ હવે તો મધમાખ અને કીડી જેવાં નાનાં પ્રાણીઓની માનસિક પ્રવૃત્તિઓનો પણ ચોકકસ અભ્યાસ થયો છે, અને તેમની સમાજરચના અને સમાજજીવન કેટલેક અંશે આદર્શરૂપ છે એમ સિદ્ધ થયું કે

1. Eugenics 2. Anthropology 3 Ethnology

વિજ્ઞાન

- **ક માનાત્મક વિજ્ઞાન.**
  - ગુણવાચક સંબંધો વિષે—ન્યાયશાસ્ત્ર, પદ્ધતિશાસ્ત્ર, પરમાર્થશાસ્ત્ર પરિમાણવાચક સંબંધો વિષે-ગણિતશાસ્ત્ર, અંકગણિત, અક્ષરગણિત, કલનવિદ્યા વગેરે
  - દિગ્ અને સ્થલનાં સંબંધો વિષે-ભૂમિતિ, ક્ષેત્રમિતિ, ત્રિકોણમિતિ, (વિનિયુક્તશાસ્ત્રો-ગતિવિદ્યા, ખમંડળગતિવિદ્યા, જલગતિવિદ્યા, ઉષ્માગતિવિદ્યા, વીજગતિવિદ્યા)
  - શક્તિ અને તેની વિભૂતિઓ વિષે-સામાન્ય ભૌતિકશાસ્ત્ર, ધ્વનિશાસ્ત્ર, ઉષ્માશાસ્ત્ર, વીજશાસ્ત્ર, ચુંબકશાસ્ત્ર, પ્રકાશવિદ્યા.
- **ખ વર્ણનાત્મક વિજ્ઞાન.**
  - **ભૌતિક સૃષ્ટિવિજ્ઞાન.**
    - **પદાર્થના સ્વરૂપ વિ૦.**
      - પાર્થિવ-ભૂવિદ્યા, ભૂગોલવિદ્યા, હવામાનવિદ્યા, સમુદ્રવિદ્યા, શિલાવિદ્યા, ખનિજવિદ્યા, ભૂગર્ભવિદ્યા, ભૂસ્તરવિદ્યા, પ્રાચીનભૂવિદ્યા
      - અપાર્થિવ-ખગોળવિદ્યા
      - સાર્વત્રિક રસાયનશાસ્ત્ર, ખનિજરસાયન, પ્રાણીજરસાયન ભૌતિકરસાયન, ઘનરસાયન,[1] રંગપટરસાયન [2]
    - (વિનિયુક્ત શાસ્ત્રો-યંત્રવિદ્યા, નૌકાશાસ્ત્ર, ખનનવિદ્યા, ધાતુવિદ્યા, કૃષિવિદ્યા, ઔદ્યોગિકરસાયન, સ્થાપત્ય, જીવરસાયન.)
  - **સજીવ સૃષ્ટિવિજ્ઞાન.**
    - **મનુષ્યેતર**
      - વનસ્પતિ-વનસ્પતિવિદ્યા, વનવિદ્યા, અન્ન-ઉત્પાદનવિદ્યા
      - પ્રાણી-પ્રાણીવિદ્યા, જન્તુવિદ્યા તુલનાત્મક પ્રાણીવિદ્યા
    - **મનુષ્ય**
      - શારીરિક-શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, ઉત્પત્તિશાસ્ત્ર, ઉત્ક્રાન્તિવિચાર-આ ચાર ઉપશાસ્ત્રો સજીવસૃષ્ટિવિજ્ઞાનના દરેક વિભાગને સામાન્ય હોય છે
      - માનસિક-માનસશાસ્ત્ર, અધ્યાત્મવિદ્યા, ભૌતિકમાનસ
      - સામાજિક-સમાજશાસ્ત્ર, નૃકુલવિદ્યા, મનુષ્યવિદ્યા.
      - (વિનિયુક્ત શાસ્ત્રો-વૈદ્યકશાસ્ત્ર, ઔષધવિદ્યા આરોગ્યવિદ્યા, સુપ્રજનનવિદ્યા, શિક્ષણશાસ્ત્ર, નીતિશાસ્ત્ર, કલાશાસ્ત્ર, રાજ્યશાસ્ત્ર, પૌરશાસ્ત્ર, અર્થશાસ્ત્ર, સાહિત્ય, કવિતા, કલા, નૃત્ય, સંગીત વગેરેનો શાસ્ત્રીય અભ્યાસ અને સંશોધન, આયોજનવિદ્યા, સમાજનિયંત્રણ.)

---

1. Stereochemistry. 2. Spectroscopy.

ઇતિહાસ વિષે ત્રણ જુદાં પ્રકરણ પાડીને આ વિષયને કુલ સાત પ્રકરણમાં વહેંચી નાંખ્યો છે. આ ઐતિહાસિક દિગ્દર્શનમાં સાંપ્રતકાળ સુધીની વિજ્ઞાનની સ્થિતિનું વર્ણન આપવામાં આવ્યું છે કે-જેથી વિજ્ઞાનના અંતિમ અને સામાન્ય પ્રશ્નોના વિવેચન માટે આવશ્યક સામગ્રી પણ તૈયાર થાય. આ ઐતિહાસિક દિગ્દર્શનમાં ઉપયોગી થાય તેવી માર્ગસૂચક તિથિઓની યાદી નીચે આપવામાં આવી છે, તેથી સ્પષ્ટ થશે કે વિચારની સરળતા માટે વિભાગ પાડવા છતાં પણ સૃષ્ટિનો ઇતિહાસ સળંગ છે. પૃથ્વીના અને મનુષ્યના ઇતિહાસનાં વર્ષો જોતાં વિજ્ઞાનની બાલ્યાવસ્થાનું આપણને કાંઇક ભાન થાય છે. તેથી વિજ્ઞાનનાં પરાક્રમો કરતાં વિજ્ઞાનનું ભવિષ્ય હજી વધારે ઉજ્જવળ છે એમ આશા રાખી શકાય.

આઠ કરોડ વર્ષ પહેલાં—નિર્જીવયુગ
૭ „ „ „ જીવનારંભયુગ
બે „ „ „ પ્રાથમિક જીવનયુગ, દરિયાઇ વીંછીનો યુગ
ચાર „ „ „ પ્રાથમિક જીવનયુગનો ઉત્તર ભાગ (માછલી, મત્સ્યયુગ)
એક „ „ „ માધ્યમિક જીવનયુગ (સાપ, પગવાળાં પ્રાણીઓ).
ચાલીસલાખ „ „ અર્વાચીન જીવનયુગ (આંચળવાળાં પ્રાણીઓ).
૭ „ „ „ અર્વાચીન જીવનનો આરંભ
૫ „ „ „ પ્રથમ હિમયુગ
૫૦ હજાર „ „ „ ચતુર્થ હિમયુગ–નિઅન્ડરથાલ યુગના મનુષ્ય.
૧૫ થી ૩૫ „ „ „ „ સાંપ્રતકાળના મનુષ્યનું આગમન
૨૫ હજાર „ „ „ ઐતિહાસિક કાળની શરૂઆત
ઈ.સ. પૂર્વે ૨૦૦૦ „ „ ઋગ્વેદ
૧૪૦૦ „ „ હિંદમાં ચંદ્રશાયિનું નિર્માણ
૧૨૧૦ „ „ મહાભારતનું યુદ્ધ

ઈ. સ. પૂર્વે ૮૦૦ ,, ,, પાણિનિ; શુલ્બસૂત્ર; કાર્થેજની સ્થાપના; હોમરનો સમય
૭૫૦ ,, ,, કપિલનો નિરીશ્વરવાદ
૫૫૭ ગૌતમબુદ્ધનો જન્મ; કન્ફ્યુશિયસનો જીવનકાળ
૫૦૦ ,, ,, ચરક–આયુર્વેદના સંસ્થાપક–નો કાળ
૪૮૪ ,, ,, હિરોડોટસનો જન્મ
૩૮૨–૩૨૨ ,, ,, એરિસ્ટોટલ
૩૨૩ સિકંદરનું મૃત્યુ
૩૨૦ ચંદ્રગુપ્તનો સમય
૩૦૬–૨૮૩ યુક્લીડ
૨૭૩ અશોક
૨૮૦–૨૫૦ એરસ્ટાર્કસ
૨૮૭–૨૧૨ આરકીમીડીસ
૪૪ જુલિયસ સીઝરનું ખૂન
ઈ. સ. ૩૦ ઈસુ ખ્રિસ્તને ફાંસી
૨૭—૭૯ પ્લીની
૭૮–૧૫૦ ભારત, કાશ્મર, યારકંદ, ખોતાન, વગેરે દેશના રાજા કનિષ્કનો સમય
૧૦૦ સુશ્રુતનો કાળ
૫૦૦–૫૫૦ વિક્રમાદિત્ય, કાળિદાસ વગેરેનો સમય
૫૭૦ મહમદનો જન્મ
૪૭૬–૬૩૦ ખગોળવેત્તા આર્યભટ્ટ, વરાહમિહિર, બ્રહ્મગુપ્ત, ભર્તૃહરિ, દંડિ અને હર્ષનો સમય
૭૦૦ વાગ્ભટ
૧૦૦૦ ક્રૂસેડ્સ–ઈસ્લામ અને ઈસાઈ ધર્મ વચ્ચે યુદ્ધ
૧૦૩૩ આલ્બેરૂની
૧૨૧૦–૧૨૪૭ સારંગદેવનું સંગીત–રત્નાકર

૧૨૧૪ ભાસ્કરાચાર્ય
૧૨૯૩ રોજર બેકન–પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાનના પિતાનું મૃત્યુ
૧૨૯૫ માર્કો પોલો
૧૩૫૦ સારંગધર
૧૪૪૬ છાપવાની કળાની શોધ. કૈક્સ્ટન ૧૪૨૨–૧૪૪૧
૧૪૫૩ ઇસ્તંબુલ તુર્કોના હાથમાં
૧૪૭૬–૧૫૪૩ કૉપરનીકસ
૧૪૮૩–૧૫૪૬ માર્ટીન લ્યુથરનો સમય
૧૪૯૨ કોલમ્બસના હાથે અમેરિકાની શોધ
૧૪૯૮ વાસ્કો ડી ગામા હિન્દમાં
૧૫૧૯ { લિયોનાર્ડો ડ વીન્સીનું મૃત્યુ
મેગેલનની પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા }
૧૫૨૬ બાબર–મોગલ વંશની સ્થાપના
૧૫૪૩ કૉપરનીકસનું મૃત્યુ
૧૫૬૦–૧૬૪૭ સંગીતદર્પણના કર્તા દામોદર
૧૫૬૧ ગેલીલિયોનો જન્મ; નેપલ્સમાં વિજ્ઞાન સભાની સ્થાપના
૧૫૭૧–૧૬૩૦ કેપ્લર
૧૫૭૮–૧૬૫૭ રક્તપરિક્રમણના શોધક હાર્વેનો સમય
૧૬૨૦ અંગ્રેજો અમેરિકામાં સંસ્થાન સ્થાપે છે
૧૬૨૬ લૉર્ડ બેકનનું મૃત્યુ
૧૬૪૨ ગેલીલિયોનું મૃત્યુ; ન્યૂટનનો જન્મ
૧૬૪૫ { રોયલ સોસાઇટીની સ્થાપના
રોબર્ટ બોયલ }
૧૬૬૦–૧૭૩૪ ફ્લોજીસ્ટનવાદનો સ્થાપક સ્ટાહ્લ
૧૭૦૭ લીનિયસનો જન્મ
૧૭૨૭ ન્યૂટનનું મૃત્યુ

૧૭૩૩-૧૮૦૪ હવાનું પૃથક્કરણ કરનાર પ્રીસ્ટલી.
૧૭૩૬ નાદીરશાહે દિલ્હી લૂંટયું.
૧૭૩૬-૧૮૧૯ વરાળયંત્રકાર જેમ્સ વૉટ.
૧૭૩૬-૧૭૯૦ બેન્જામીન ફ્રેંકલીન.
૧૭૩૭-૧૭૯૮ ગેલ્વની
૧૭૪૫-૧૮૨૭ વેલ્ટા
૧૭૪૯-૧૮૩૨ કવિ વૈજ્ઞાનિક ગેટે
૧૭૫૭ પ્લાસીનું યુદ્ધ
૧૭૮૧ યુરેનસની શેાધ
૧૭૩૧-૧૮૧૦ જલનું પૃથક્કરણ કરનાર કેવેંન્ડીશ
૧૭૯૪ લેવેાઝિયરને ફાંસીની સજા
૧૭૬૬-૧૮૪૪ અણુવાદના પ્રતિપાદક ડૉલ્ટન
૧૭૬૯-૧૮૩૧ પ્રાણીવેત્તા કુવિયર
૧૭૯૧-૧૮૬૧ વીજવેત્તા ફૅરેડે
૧૭૮૧-૧૮૪૮ રેલ્વેનેા સ્થાપક સ્ટીવન્સન
૧૭૮૮-૧૮૨૭ રસાયનવેત્તા ડેવી
૧૮૦૯-૧૮૮૨ ચાર્લ્સ ડાર્વિન ઉત્ક્રાન્તિવાદના સ્થાપક
૧૮૨૦-૧૯૦૩ ઉત્ક્રાન્તિવાદના આચાર્ય હર્બર્ટ સ્પેન્સર
૧૮૨૨-૧૮૯૫ પાશ્ચર
૧૮૨૫-૧૮૯૫ હક્સ્લી
૧૮૨૪-૧૯૦૭ લૉર્ડ કેલ્વીન
૧૮૪૬ નેપ્ચ્યુન ગ્રહની શેાધ
૧૮૫૮ ડાર્વિનના ઉત્ક્રાન્તિવાદની પ્રથમ પ્રસિદ્ધિ
૧૮૬૩ રાસાયનિક ગુણેામાં નિયમિતતાની શેાધ
ન્યુલેંડ; મેન્ડેલીફ
૧૮૭૬ આઇન્સ્ટાઇનનેા જન્મ
૧૮૬૧ પ્રફુલ્લચંદ્ર રૅાયનેા જન્મ
૧૮૦૪ વાયરલેસના શેાધક માર્કોનીનેા જન્મ

ઈ. સ. ૧૮૯૬ રેડિયમની શોધ, મેદામ ક્યુરી ૧૮૫૯–૧૯૦૬
૧૮૯૦ ગુજરાતમાં કલાભવનની સ્થાપના
૧૮૬૪–૧૯૨૧ પ્રો. ત્રિભુવનદાસ કલ્યાણદાસ ગજ્જર
૧૯૦૧ પ્લાંકનો કવોન્ટમ–પુંજવાદ
૧૯૦૩ પરમાણુ વિભાજન; રૂધરફોર્ડ–વીજાણુવાદ
૧૯૦૯ બેંગલોરમાં વૈજ્ઞાનિક વિદ્યાપીઠની સ્થાપના
૧૯૧૨ વિટામીનની શોધ
૧૯૧૪ હિંદી વૈજ્ઞાનિક કૉન્ગ્રેસની સ્થાપના
૧૯૧૬ આઇન્સ્ટાઇનનો સાપેક્ષતાનો સિદ્ધાન્ત
૧૯૧૭ સર જગદીશચંદ્ર બોસે પોતાનું વિજ્ઞાનમંદિર દેશને સમર્પણ કર્યું.
૧૯૧૯ આઇન્સ્ટાઈનના પ્રકાશવાદની ખગ્રાસગ્રહણવેળા પ્રાપ્ત થયેલી સિદ્ધિ
૧૯૩૦ જનિ–રાગસૂત્રની શોધ
૧૯૩૯ વીજાણુ–સૂક્ષ્મદર્શક
૧૯૪૦–૪૫ મગજના વાઢકાપથી મનના ભૌતિક ગુણોની સિદ્ધિ
૧૯૪૦ રૉયલ સોસાયટીના પ્રથમ ગુજરાતી સભ્ય ભાભા
૧૯૪૫ પરમાણુ બૉમ્બનો હીરોશીમા ઉપર નિર્દય ઉપયોગ
૧૯૪૬ પરમાણુશક્તિ નિયમન–વિચાર

પ્રાચીન કાળ

મનુષ્યની બુદ્ધિના ઉદ્ભવની સાથે જ વિજ્ઞાનનો જન્મ થયો ગણાય. મનુષ્યજીવનના પ્રારંભથી જ બીજાં પ્રાણીઓની સાથે રહીને તેમની ઉપર વિજય મેળવવાને માટે મનુષ્યના મગજની પળે પળે જરૂર પડતી. ખાસ કરીને શારીરિક સંપત્તિ બીજાં પ્રાણીઓ કરતાં ઓછી હોવાને લીધે તેને બુદ્ધિ, અને વિચારશક્તિનો ઉપયોગ કરવો પડતો. તેમાંથી બોલવાની અને બીજા મનુષ્યો સાથે વાત કરવાની શક્તિની શોધ થઈ; વાણીના પ્રારંભથી પ્રત્યેક મનુષ્યના ભિન્ન અનુભવની નોંધ થવા લાગી અને આ અનુભવોનો વિનિમય અને

સંગ્રહ થવાથી જ્ઞાનની વૃદ્ધિ થવા લાગી. પશુવિજયમાં -શિકારમાં-આહારની પ્રાપ્તિમાં-અન્નની ઉત્પત્તિમાં-કૃષિકલામાં -ઘર બાંધવામાં—પહેરવાનાં વલ્કલ અને કપડાં બનાવવામાં -પ્રત્યેક ક્ષણે સૃષ્ટિનાં પ્રેરક બલેનો અનુભવ દરેક મનુષ્યને થતો. પોતાના સાથીઓના અને પૂર્વજોના અનુભવનો સંગ્રહ અને સંગઠન કરીને પોતાને યોગ્ય લાગે તેવા વિજ્ઞાનના સિધ્ધાન્તો દરેક મનુષ્ય રચે એ સ્વાભાવિક છે; આવા સિધ્ધાન્તો પ્રજામાં પ્રચલિત થાય અને તે પ્રજાના શ્રેષ્ઠ વિદ્વાનો તેને સ્વીકારે તો પછી તેમને સ્થાયી સ્વરૂપ પ્રાપ્ત થાય છે. પૃથ્વીના જુદા જુદા વિભાગમાં રહેલી પ્રજાએ, પોતપોતાની જરૂરિયાતો, હવામાન, અને ભૌગોલિક પરિસ્થિતિ પ્રમાણે સૃષ્ટિજ્ઞાન અને સૃષ્ટિના નિયમોનું પ્રતિપાદન કરે છે. આવી રીતે ખાલ્ડિયા, બેબીલોન, મિસર, ગ્રીસ, હિન્દ, અને ચીન વગેરે દેશની પ્રજાઓએ પોતપોતાના અનુભવ પ્રમાણે જ્ઞાન-ભંડાર તૈયાર કર્યો હતો. આ દરેક દેશનું દષ્ટિજ્ઞાન-વિજ્ઞાન જુદા પ્રકારનું હતું; તેમાં શી ભિન્નતા હતી અને કેવી રીતે એ ભિન્નતા પ્રાપ્ત થઇ હતી તે આપણે જોઇએ.

ખાલ્ડિયા

ખાલ્ડિયા દેશના પ્રાચીન ખંડિયેર મકાનો, શિલ્પ કૃતિઓ, અને તેમનાં ઇંટો ઉપર લખાયેલાં પુસ્તકો ઉપરથી તેમની અને તેમની સમીપ રહેનારી પ્રજાઓની સંસ્કૃતિ અને ધર્મ વિષે ઘણું જાણવાનું મળે છે. અંકગણિત, આંકના પાડા, ઘન અને મૂલનાં કોષ્ટકો, તે સમયની માટીની ઇંટો ઉપર લખાયેલાં મળી આવે છે; દશાંશ અને દ્વાદશાંશની પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી, કૃષિકલાની વૃદ્ધિની સાથે અને દર વર્ષે ફળે એવી વનસ્પતિની રોપણી માટે ઋતુવિભાગ અને પંચાગની યોજના થઇ હતી; વર્ષ, બાર મહિના, દિવસ, કલાક, મિનિટ અને સેંકડ એ કાળના વિભાગની યોજના પણ બેબીલોનની પ્રજાના સમયથી થઇ હતી એમ મનાય છે. અનાજ

અને ખોરાકને લાયક વનસ્પતિ ઉગાડવાનું પ્રથમ જ્ઞાન **ચીન**, હિન્દ અને પૂર્વના દેશોમાં હતું; ત્યાંથી ભૂમધ્ય સમુદ્રની પૂર્વ તરફ રહેનાર પ્રજાઓમાં તે જ્ઞાન પ્રસર્યું હતું. તેની સાથે જ સૂર્યની, પૃથ્વીની, તારાઓ ને ગ્રહોની ગતિ વિષે બધી પ્રજાઓમાં જ્ઞાન ફેલાવ્યું હતું, કારણ કે ખગોળવિદ્યાના જ્ઞાન સિવાય ઋતુના ફેરફારોનું અને કૃષિકલાના આવશ્યક પંચાગનું જ્ઞાન અશક્ય હતું. ખાલ્ડિયાની પ્રજાના દેવોની પૂજામાં પશુપૂજાનો અંશ સ્પષ્ટ હતો. આકાશમાં સૂર્યની ગતિના માર્ગને બાર વિભાગમાં વહેંચવાથી થતા વિભાગને રાશિ કહેવામાં આવે છે. તે રાશિને દરેકને દેવનું નામ આપવામાં આવતું અને તે સંજ્ઞાથી આ રાશિઓ ઓળખાતી. આ સમયથી જ રાશિઓનાં નામ અને ચિત્ર પૃથ્વી ઉપરની બધી પ્રજાઓમાં પ્રચલિત છે. ખાલ્ડિયાની પ્રજામાં ખગોળવિદ્યાનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. પરંતુ વૈદ્યકમાં તેઓ ઘણા પછાત હતા. વળી તેમના ધાર્મિક વિચાર વિજ્ઞાનના ખરા અભ્યાસને માટે અનુકૂળ નહોતા. તેમના દેવો ભયંકર પશુના રૂપના હતા, તેમનાં ચિત્રો મનુષ્યને ભય ઉપજાવે તેવાં હતાં, અને મનુષ્યના મરણ પછી પણ તેનો કેડો મૂકે નહિ એવા ભયાનક હતા. વિધિના લેખ મિથ્યા કરવાને જાદુ સિવાય બીજો કોઈ રસ્તો નથી એવી માન્યતાને લીધે સમસ્ત પ્રજા ઇન્દ્રજાળ, મંત્રતંત્ર અને ટોટકાઓ અને ઢોંગી પાદરી અને પુરોહિતોના દબાણમાં રહેતી. આથી તેમના ધાર્મિક જીવનમાં વાસ્તવિક તત્ત્વદર્શન અથવા વિજ્ઞાનનો ઉદ્ભવ થવો અશક્ય હતો.

મિસર

નીલ નદીના નિયમિત ભરતીઓટ અને વાર્ષિક પૂરથી નિયમિત રીતે ફળદ્રુપતાનો લાભ મળતો અને હજુ પણ મળે છે. એથી ઊલટું તીગ્રીસ અને યુફ્રતીસ નદીઓમાં અનેકવાર થતાં તોફાનથી અને જોરજોર અનિયમિત પૂરથી તેના તટ અસ્થિર અને જોખમ ભરેલા ગણાતા. ભૌગોલિક અને રાજકીય પરિસ્થિતિને લીધે, વિગ્રહથી, તેમ જ પ્લેગ, મરકી જેવા દુષ્ટ રોગોના સંતાપથી ખાલ્ડિયા કરતાં મિસર વધારે મુક્ત રહેતું. વિરોધી પ્રાકૃતિક સંયોગોને લીધે વિરોધી દેવો અને દૈત્યોની કલ્પના પ્રચલિત થાય છે,' અને તેથી તેમની કૃપા મેળવવાને યજ્ઞ હોમની અને બલિદાનની લાંચ આપવાનો, અથવા તો જાદુ અને મંત્રથી છેતરપિંડી કરવાનો રિવાજ પડી જાય છે. પરંતુ જો દેવોને મિત્ર તરીકે ગણવામાં આવે, તો ભૌતિક સૃષ્ટિ અને સૃષ્ટિબળનું જ્ઞાન સંપાદન કરવામાં ઉત્તેજન અને સમવડ મળી આવે એ સ્વાભાવિક છે. ગ્રીકપ્રજામાં અગ્નિના શોધક પ્રોમીથિયસને ડુંગર ઉપરથી ફેંકી દેવામાં આવ્યો હતો; જ્ઞાનના પ્રથમ શોધક આદમને શિક્ષા કરવાનો વિચાર પણ એવી જ વિચારદૃષ્ટિનું પરિણામ હોઈ શકે. પરંતુ હિન્દના પ્રાચીનતમ સમયમાં પણ જ્ઞાન-પૂજા અપ્રતિમ હતી. સંતપ્ત અરણ્યમય પ્રદેશોમાં કૈલાસમાંથી ગંગાના શીતલજલનું આહ્વાન કરનાર ભગીરથ કુટુંબને અને દેશને તારનાર પ્રભાવશાળી અને પુણ્યશાળી વીર જ ગણાય છે. હિન્દની પેઠે મિસર દેશમાં પણ દેવો મનુષ્યના જ્ઞાનની વૃદ્ધિમાં મદદ કરવાને તત્પર રહેતા એમ ધારવામાં આવે છે. તેમનો થોટ નામનો દેવ બધી જાતનાં કામ કરવામાં સંતુષ્ટ અને તત્પર રહેતો. ચંદ્ર દેવ તરીકે, સૃષ્ટિના નિયમ(ઋતુ)ના પાલન કરનાર તરીકે, કાલની ગણત્રી કરનાર તરીકે, દિવસ માસ અને વર્ષ વગેરે કાળની નોંધ રાખનાર તરીકે, શબ્દ-અવાજના અધિષ્ઠાતા દેવ તરીકે, પુસ્તકોના નિષ્ણાત ગુરુ તરીકે અને લેખન-કલાના શોધક તરીકે પૂજાતો. જ્ઞાન માત્ર ઇશ્વર અને દેવોની કૃપાથી જ મળી શકે છે એમ ગણાતું. પ્રજાના ભૂતકાળની

પ્રાચીનતા ઉપર વિશ્વાસ અને શ્રદ્ધા નહિ હોવાને લીધે બધું નવું જ્ઞાન ઇશ્વરપ્રણીત ગણાતું. અંકગણિત અને ભૂમિતિમાં મિસર દેશની પ્રજાનું જ્ઞાન ખાલ્ડિયાના કરતાં ઓછું નહોતું; પરંતુ ખગોળ-વિદ્યા અને જ્યોતિર્વિદ્યામાં ખાલ્ડિયાના વિદ્વાનો વધારે પ્રવીણ હતા; તેથી ઊલટું ઔષધવિદ્યામાં ખાલ્ડિયનો જાદુ અને ભૂવાજતિના ઉપર આધાર રાખતા. પણ મિસર દેશમાં મૂળથી જ આ વિદ્યાનો પ્રચાર સારો હતો. પુરોહિતો અને પાદરીઓની પાઠશાળાઓમાં વૈદ્યકનો અભ્યાસ થતો. હાડકાં બેસાડનાર હાડવૈદ્યોને ઉત્તમ શિક્ષણ મળતું. મૃત શરીર (મમી)ને સાચવી રાખવાના તેમના રિવાજથી શરીરની અંદરની રચનાનું અને જુદી જુદી ઔષધીઓના ગુણોનું તેમને સારું જ્ઞાન હતું. મિસરમાં વૈદ્યકનું જ્ઞાન એટલું બધું ઉત્તમ હતું કે તે ત્યાંથી ગ્રીક-પ્રજાઓના હાથમાં જઇને યુનાની વૈદ્યકને પુષ્ટિ આપવામાં સાધનભૂત થયું હતું.

ગ્રીસ

ગ્રીસ અને મિસર દેશની ભૌગોલિક રચના ઉપરથી તેમનો પરસ્પર સંબંધ સારો હોવો જોઇએ એમ અનુમાન થાય છે. આવો સંબંધ હોય કે ન હોય તો પણ ગ્રીક સંસ્કૃતિની ઉચ્ચતા વિષે શંકા છે જ નહિ. તે પ્રજાના ધાર્મિક અભિપ્રાયો, સૃષ્ટિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનના કેટલાએક પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવાને કરેલા પ્રયત્નો અને તેમાં કેટલાએક અંશે મળેલો વિજય, અને તે પ્રજાના સાહિત્ય અને પુસ્તકોની રહેલી સંપૂર્ણ નોંધ, એ સર્વેને લીધે તે પ્રજાની શ્રેષ્ઠતા સ્વત સિદ્ધ ગણાય છે. મનુષ્યના સૃષ્ટિરચના વિષેના વિચાર જાણવાને માટે તેનો ધર્મ, ધાર્મિક વિચાર, અને દેવોની કલ્પના ઘણી અગત્યની થઈ પડે છે. એ પ્રમાણે મિસર અને ખાલ્ડિયાની પ્રજાના ઇતિહાસ ઉપરથી જોયું છે. તેવી જ રીતે ગ્રીક દેવો અને ગ્રીક પ્રજાની ઇશ્વરભાવના ઉપરથી ગ્રીસની પ્રજાની માનસિક વિચારસૃષ્ટિ અને ગ્રીસના પ્રજાજીવન ઉપર સારો પ્રકાશ પડે છે. જો કે પાછળથી તેમનમાં ગર્વ, અહંકાર, સ્વચ્છંદી વર્તન વગેરે દુર્ગુણો ઉત્પન્ન થયા હતા, તો

પણ એક બહાદુર, વીર્યશાળી, વિજયી અને ખુલ્લા દિલવાળી પ્રજાને લાયક શ્રદ્ધા અને આનંદ અને ઉચ્ચ કોટિની પ્રીતિભાવના, તેમ જ સૌન્દર્યભાવના, તેમના જીવનમાં વિકસતાં જોવામાં આવતાં. અનુકૂળ હવામાનને લીધે તેમનું જીવન સરળ અને સહેલું હતું; દેશમાં સૌન્દર્ય સર્વત્ર જ્વલંત પ્રકાશતું હતું; અને સાનુકૂળ સમુદ્રતટને લીધે પૃથ્વીના સર્વ ભાગમાંથી વ્યાપાર અને જ્ઞાનનો વિનિમય તેમને સુલભ હતો. વળી ગુલામોની અસંખ્ય સંખ્યાને લીધે તત્ત્વચિંતન, સાહિત્ય અને કલાના ઊંચામાં ઊંચા સ્વરૂપના આવિર્ભાવ માટે આવશ્યક આરામ અને ફુરસદ તેમને મળતાં. આવી પરિસ્થિતિમાં ગ્રીક પ્રજાનો વિજ્ઞાન-સંચય ઊંચા પ્રકારનો હોય એમાં નવાઇ નહિ.

ગ્રીક અણુવાદ

ઈસ્વી પૂર્વે ચોથા સૈકામાં નૌકાશાસ્ત્ર અને પૃથ્વીપર્યટનનાઃ અનુભવથી એરિસ્ટાર્કસે (૨૮૦ થી ૨૫૦ ઈ. પૂ.) પૃથ્વી ગોળ છે, પોતાની ધરી પર ફરે છે, સૂર્ય પૃથ્વી કરતાં મોટો છે અને સૂર્ય-મંડળના કેન્દ્રરૂપ છે એમ પ્રતિપાદન કર્યું હતું, પરંતુ એરિસ્ટોટલ વગેરે વિદ્વાનોની પ્રતિકૂળ ટીકાથી આ કલ્પના સ્વીકારાઇ નહોતી. અને ઇ. પૂ. ૧૩૦ માં હીપ્પાર્કસે પૃથ્વીની પાછળ સૂર્ય ફરે છે એ સિદ્ધાન્ત ફરીથી પ્રતિપાદિત કર્યો હતો. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓ હિન્દુ-શાસ્ત્રોની પંચ મહાભૂતની કલ્પનાને મળતી આવતી, પૃથ્વી, જલ, વાયુ અને અગ્નિ એ ચાર જ તત્ત્વોની કલ્પનાથી દ્રવ્યનું બંધારણ સમજાવવાના પ્રયત્ન કરતા; એક આકર્ષક અને બીજી અપાકર્ષક એવી બે દૈવી શક્તિઓના બળથી આ ચાર તત્ત્વોમાંથી વિવિધ પ્રકારની વસ્તુઓ અને પદાર્થો બને છે એમ ધારતા. ભૌતિક પદાર્થો અને દૈવી શક્તિ એ બેની કલ્પના હિન્દુશાસ્ત્રોની પ્રકૃતિ અને પુરુષ, અર્વાચીન વિજ્ઞાન-ની દ્રવ્ય અને શક્તિની કલ્પનાને મળતી આવે છે. ગ્રીક અણુવાદની

સાથે હિન્દુ અણુવાદની સાદશ્યતા સ્પષ્ટ દેખાય છે. વસ્તુઓનાં રૂપ અને ગુણ એ વસ્તુના વસ્તુતત્ત્વનું પરિણામ ગણાતું; ખાંડની મીઠાશ એ ખાંડનો જ ગુણ છે, પોદડાનો રંગ એ તેનો ગુણ છે; ઘડનું ઘટત્વં એ તેનો ગુણ છે. પરંતુ અણુવાદી ડેમોક્રીટમે આ ગુણનાં કારણ તપાસવાની ઇચ્છાથી ઊંડા ઊતરીને આ ગુણો અણુઓની રચનાથી ઉત્પન્ન થાય છે એમ પ્રતિપાદન કર્યું. આ અણુઓ શાશ્વત અને અનાદિ છેઃ તે નાના મોટા હોઇ શકે પરંતુ તે સઘળા એક જ જાતના હોય છે. અણુઓના કદ, બાહ્યસ્વરૂપ અને અંતરસ્થિતિના ભેદને લીધે વસ્તુઓના ગુણના ભેદ ઉત્પન્ન થાય છે.

એરિસ્ટોટલ

એરિસ્ટોટલે (૨૮૪–૨૨૨ ઇ. પૂ.) પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ નહિ મળી શકવાથી આ અણુવાદનો પ્રતિકાર કર્યો. અણુની કલ્પનાની સાથે શૂન્ય અવકાશ*ની કલ્પના પણ એરિસ્ટોટલની સમજમાં આવી શકી નહિ અને તેથી ખાલી અવકાશમાં બધા પદાર્થોની પડવાની ગતિ સરખી હોય એ ડેમોક્રીટસના સિદ્ધાન્તને પણ તેણે કબૂલ કર્યો નહિ. પદાર્થોનું વજન અને હવામાં પડવાની ગતિનો આધાર તેમની ઘનતા ઉપર છે એ વાતનો સંબંધ પણ તેના સમજવામાં નહિ આવવાથી પદાર્થોની ગતિ તેમના વજન પ્રમાણે વધારે ઓછી થઇ શકે એ માન્યતા તેણે સ્વીકારી હતી. ૧૯૦૦ વર્ષ પછી ગેલીલિયોએ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી એ સિદ્ધાન્ત ખોટો છે એ બતાવ્યું ત્યાં સુધી આ ખોટી માન્યતા પ્રચલિત રહી હતી. તેવી રીતે એરિસ્ટોટલે પૃથ્વીને સ્થિર રાખીને સૂર્ય ચંદ્રની ગતિનો સિદ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો હતોઃ અને તેની સત્તાને લીધે ૧૭૦૦ વર્ષ સુધી ખરો સૂર્ય સિદ્ધાંત સ્વીકારાયો નહોતો. આ પ્રમાણે પ્રાચીન ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓના અમુક સત્ય સિદ્ધાન્તોને અસત્ય ઠરાવીને, અને સત્ય શોધો પ્રગટ થતી અટકાવીને એરિસ્ટોટલે વિજ્ઞાનને

---

* Vacum

કેટલાએક અંશે નુકસાન પહોંચાડયું હતું. તે છતાં પણ તેના પછી લગભગ સત્તરસેં વર્ષ સુધી તેનાં પુસ્તકો જ્ઞાનના સંગ્રહ તરીકે અપ્રતિમ ગણાતાં. ખગોળ અને ભૌતિકશાસ્ત્ર સિવાય લગભગ બધા વિષયમાં તેણે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણથી તે સમયના જ્ઞાનમાં વધારો કર્યો હતો. શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર અને ગર્ભવૃદ્ધિશાસ્ત્ર, દરેકમાં તેણે નવી શોધો નવું નિરીક્ષણ કર્યું હતું. સોક્રેટીસનો શિષ્ય પ્લેટો અને પ્લેટોનો શિષ્ય એરિસ્ટોટલ એ પરંપરામાં છેલ્લા શિષ્યને માટે આપણું માન વધે છે. કારણ કે તેના મહાન ગુરુઓના કરતાં તેણે વિજ્ઞાનની સમૃદ્ધિ ઘણી જ વધારી હતી. તે સિકંદરનો ગુરુ હતો અને સિકંદરે સમ્રાટ થયા પછી તેના અભ્યાસ અને માહિતી માટે અનેક રીતે તેને મદદ આપી હતી. અને દરેક દેશમાંથી તેના પ્રયોગો માટે સામગ્રી અને બીજી બાતમી મેળવવા માટે ઉત્તમ સગવડ કરી આપી હતી. અંતિમ પ્રશ્નો સંબંધી તર્ક કરવાને બદલે કેવળ જ્ઞાનપ્રાપ્તિ કરવી એ તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ હતો, અને આ ઉદ્દેશને લીધેજ તે સોક્રેટીસની માફક અપ્રિય થવા પામ્યો નહોતો.

ખાસ કરીને ભૂમિતિના જ્ઞાન અને યુકલીડની પદ્ધતિને માટે ગ્રીક પ્રજાનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અમર રહેશે. કિંના કેટલાંએક સ્વત.સિદ્ધ ગુણો અને લક્ષણો ઉપરથી કેટલાંએક સ્વતઃસિદ્ધ÷ નિયમોનું પ્રતિપાદન કરીને, સાધારણ ન્યાયશાસ્ત્રની મદદથી જે સ્પષ્ટ અને સરળ રીતે અમુક સિદ્ધાન્તો યુકલીડે પ્રતિપાદન કર્યા છે તેના કરતાં સારી બીજી કોઇ પદ્ધતિ અદ્યાપિ સુધી કોઇને સૂઝી નથી.

આરકીમેડીસ

આરકીમેડીસે (૨૮૭–૨૧૨ ઇ. પૂ.) પણ અર્વાચીન વિજ્ઞાનને શોભાવે એવા અનેક સિદ્ધાન્તોની શોધ કરી હતી; પદાર્થોની ઘનતાની કલ્પના, અને વસ્તુઓનાં હવામાં અને પાણીમાં વજનનો સંબંધ,

÷ Axioms.

ગુરુત્વમધ્યબિન્દુના સિદ્ધાન્તની કલ્પના વગેરે સિધ્ધાન્તો ઉપરાંત તેનું વ્યાવહારિક પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન પ્રસિદ્ધ છે અને તેની શોધકબુદ્ધિ અને વિચક્ષણ શક્તિની સાક્ષી પૂરે છે. પૂલી, હવારહિત મહાગોળ×, સ્ક્રુપંપ, પાણીના અને હવાના દબાણથી ચાલતાં અનેક યંત્રો, અને રોમન વહાણોને ઊંચકીને ફેંકી દેવાને માટે જબરદસ્ત ઊંટડા,* સૂર્યના પ્રકાશથી વહાણોને બાળવાને માટે પ્રચંડ આયનાના સમૂહ, આકાશમાં સ્થાયી બિન્દુ મળી આવે તો પૃથ્વીને પણ ઊંચકવાને માટે "ઉચ્ચાલન" બનાવવાની ઉત્કંઠા, એ સર્વે એની શોધકબુધ્ધિના કીર્તિસ્તંભરૂપે અમર રહેશે; પરંતુ એ બધાં યાંત્રિક રમકડાંઓ અને યંત્રરચના એક નિઃસ્વાર્થી વિજ્ઞાનના ભક્ત તરીકે યોજવાં નહોતાં પરંતુ તેના પાલક રાજા હીરોને સંતોષવાની અને રીઝવવાની ઉત્કંઠાનાં પરિણામ હતાં.

રોમન પ્રજા

અને હુરક્યુલેનિયમ નામનાં શહેરો વિસુવિયસના જ્વાળામુખી પર્વતના લાવામાં દબાઇ ગયાં હતાં તે વખતે પ્લીની રોમન નૌકા-સૈન્યનો ઉપરી હતો; અને લાવા અને જ્વાળામુખીની ઉથલપાથલ જોવાની તીવ્ર ઇચ્છાથી તે જમીન ઉપર ઊતરીને પર્વતમુખ પાસે ગયો. પણ ત્યાં અચાનક જોસથી રાખ અને લાવા પડવાથી તેમાં દબાઇને મરણ પામ્યો.

ગ્રીસ અને હિંદનો સંબંધ

ગ્રીસની સંસ્કૃતિ એલેકઝાન્ડ્રિયામાં ફરીથી સજીવન થઇ હતી, પરંતુ તે થોડા કાળને માટે જ. ઇ. સ. પૂર્વે ૭૨૦ માં સિકંદરે આ શહેરની સ્થાપના કર્યાથી ગ્રીક સંસ્કૃતિ અને ગ્રીક સાહિત્યનો પ્રચાર ભૂમધ્યસમુદ્રની સમીપના પ્રદેશમાં થવા માંડ્યો હતો; અને થોડા સમય પછી વ્યાપાર અને વ્યવહારને લીધે બીજી પૌર્વાત્ય પ્રજાઓમાં પણ તેની અસર થઇ હતી. તે છતાં ગ્રીક પ્રજાનાં શિષ્ટકાળનો આખો ઇતિહાસ ભાગ્યે ૧૦૦૦ વર્ષ જેટલા સમય સુધી પહોંચતો હશે; યુરોપની બીજી પ્રાચીન પ્રજાઓની સંસ્કૃતિના ઇતિહાસનો સમય એટલો પણ વિશાળ નહોતો. પરંતુ હિંદમાં પ્રાચીન વિજ્ઞાનની સમૃધ્ધિ વધારે વિશાળ કાળ ઉપર પથરાયેલી છે. યુરોપની પ્રાચીન પ્રજાઓ કરતાં એશિયાની પ્રાચીન પ્રજાઓનાં વિજ્ઞાનભંડારની સમૃધ્ધિ વિષે શંકા નથી: છઠ્ઠા પ્રકરણમાં આ વિચાર વધુ સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યો છે, તેથી અહીં વધારે વિવરણની જરૂર નથી. અત્રે ફક્ત પ્રાચીન ગ્રીક અને હિન્દી પ્રજાઓના જ્ઞાનવિનિમય સંબંધી નીચેનું અવતરણ જ બસ થશે: "પ્રાચીન હિન્દની સંસ્કૃતિમાં ગ્રીસે ફાળો આપ્યો છે પરંતુ તે ઘણો જ થોડો. તત્ત્વજ્ઞાન, ધર્મવિદ્યા અને પુરાણ એ સર્વેનો વિકાસ લગભગ સરખી રીતે પણ સ્વતંત્ર રીતે થયો હતો. ગ્રીક પ્રજા તરફથી ખગોળ-વિદ્યા અને સિક્કા બનાવવાના હુનર વિષે હિંદને શીખવાનું ઘણું

મળ્યું હતું: પરંતુ તે વિષે હિંદે પહેલાંથી આરંભ તો કર્યો હતો. અને સંગીત, કાવ્યો અને મહાકાવ્યો, વ્યાકરણ, લેખનકલા, નાટ્યકલા, અને ગણિતવિદ્યામાં તો હિંદને ગ્રીસ તરફથી મદદ કે સૂચનાની જરાયે જરૂર ન હતી."x



xGreece has played a part but by no means a predominant part, in the Civilisation of Ancient India. The evolution of Philosophy, Religion and Mythology has gone along parallel but independent paths. India owes to Greece an improvement in coinage and Astronomy, but it had begun both, and in Lyric and Epic poetry, in Grammar, art of writing, the Drama, and Mathematics, it had no need to wait for the intervention of the initiative of Hellenism —*Hellenism in India by Gajendranath Bannerji*.

પ્રકરણ
: ૬ :

પ્રાચીન હિંદમાં વિજ્ઞાન

વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પ્રાચીન હિન્દના ઋષિઓ અને બીજા વિદ્વાનો જ્ઞાનનો મોટો વારસો મૂકતા ગયા છે. તેમની માનસિક અને ધાર્મિક પ્રવૃત્તિએ જ્ઞાનનાં વિવિધ ક્ષેત્રોને રસાળ કર્યાં છે. સાહિત્ય, કવિતા, તત્વજ્ઞાન, ધર્મવિદ્યા એ સર્વે ક્ષેત્રોમાં તેમની માનસિક સમૃદ્ધિની કીર્તિ અમર છે. વિજ્ઞાનમાં પણ તે સમયમાં તેમણે ઊંચા પ્રકારની સમૃદ્ધિ સંપાદન કરેલી હતી. તેમની વિજ્ઞાનસૃષ્ટિ કેવા પ્રકારની હતી અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓમાં પ્રાચીન હિન્દીઓનાં શાં પરાક્રમો હતાં, તેમણે કેવી ઉન્નતિ સાધી હતી, તે જાણ્યા સિવાય વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન પરિપૂર્ણ ગણાય નહિ.

વિષયની વિલક્ષણતા

આ વિષયની વિલક્ષણતા વિષે બે બોલ કહેવા જરૂરના છે. વિષય વિવાદગ્રસ્ત છે અને ઘણે સ્થળે મતભેદને સ્થાન રહે છે. પ્રાચીન હિન્દુઓનું સ્થાન જેટલું ઊંચે મુકાય તેટલું મૂકવું એ દુરાગ્રહથી દૂર રહેવું જેમ મુશ્કેલ છે, તેવી જ રીતે એક સ્વતંત્ર ઇતિહાસકાર અને નિષ્પક્ષપાતી ટીકાકારના દૃષ્ટિબિન્દુમાથી ચલિત ન થવું એ પણ મુશ્કેલ છે. હિન્દના ઇતિહાસમાં એક સમય એવો હતો કે હિન્દી પ્રજાને જેમ બને તેમ હલકી પાડવામાં અને તેની સંસ્કૃતિની નિન્દા કરવામાં જ યુરોપીય વિદ્વાનો પોતાના કર્તવ્યનું સાફલ્ય સમજતા. એ સમય બદલાયો છે. હિન્દની પ્રાચીન સંસ્કૃતિનું ઊંચું સ્થાન હવે સ્વીકારાયું છે–પ્રતિવર્ષે વધારે અંશમાં-સ્વીકારાતું જાય છે. આવી સ્થિતિમાં અસત્ય કે અત્યુક્તિની આવશ્યકતા છે જ નહિ. પોતાના પૂર્વજોની અપૂર્ણતા અને ખાસ-કરીને પ્રાચીન સમયની ભિન્ન પરિસ્થિતિમાં તેમના જ્ઞાનની અપૂર્ણતા

કે વિલક્ષણતા સ્વીકારવાને કોઇ પણ અર્વાચીન પ્રજાએ ખચકાવું જોઈએ નહિ આવી સત્યપ્રેમી માનસિક વૃત્તિ વિના આ વિષયનો વાસ્તવિક અભ્યાસ સંભવતો જ નથી.

પ્રાચીન સાહિત્યમાં સાતત્યનો અભાવ

પ્રાચીન સમયના હિન્દુઓના જ્ઞાનની તે સમયની બીજી પ્રજાઓના જ્ઞાનની સાથે તુલના કરવાને બદલે અર્વાચીન જ્ઞાનની સાથે તુલના કરવામાં ઘણી અયોગ્યતા છે એ સ્પષ્ટ છે પ્રાચીન હિન્દુઓના વિમાનોને અર્વાચીન યુરોપીય કે અમેરિકન વિમાનોની સાથે સરખાવવા કરતાં, પ્રાચીન સમયની પ્રજાઓની જ વિમાન તૈયાર કરવાની શક્તિ સાથે સરખાવવામાં વધારે યોગ્યતા રહેલી છે પ્રાચીન અને અર્વાચીન પરિસ્થિતિ અને પદ્ધતિમાં અનેક પ્રકારની ભિન્નતા છે, અર્વાચીન વિજ્ઞાન ભાગ્યે જ ત્રણસે વર્ષ જૂનું ગણાય, પરંતુ યંત્રકળા અને છાપવાની કળાની શોધને લીધે આ ત્રણસે વર્ષનો ઇતિહાસ લગભગ સંપૂર્ણ રીતે કાંઇપણ ત્રુટિઓ સિવાય મોજૂદ છે. પ્રાચીન હિન્દના વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ લગભગ ૫૦૦૦ થી પણ વધારે વર્ષ જેટલા કાળ ઉપર પથરાયેલો છે, તે સમયમાં મોઢે ગોખવાની મહેનત બચાવવાને માટે ટૂંકાં સૂત્રો બનાવવાની પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી તેમાં પણ લેખન કળા અને મુદ્રણકળાના અભાવને લીધે આ જ્ઞાનનું સાતત્ય જોઇએ તેવી રીતે સાચવી શકાયું નથી આવાં ટૂંકા સૂત્રો ઉપરથી અર્વાચીન વિજ્ઞાનના વિગતવાર વર્ણનોની સરખામણી થાય એવી વિગતો ઉપજાવી કાઢવી એ કેવળ તર્કનું જ કામ ગણાય અને તેને ભાગ્યે જ વિજ્ઞાનનું નામ આપી શકાય

હિન્દુ સંસ્કૃતિનો આધ્યાત્મિક ઝોક

વળી આપણે યાદ રાખવું જોઇએ કે પ્રાચીન હિન્દુઓના સૃષ્ટિજ્ઞાનના આધારરૂપ આધ્યાત્મિક જ્ઞાનને અર્વાચીન વિજ્ઞાનમાં સ્થાન છે જ નહિ અર્વાચીન વિજ્ઞાનની બધી રચના અને વિચારસંકલના

ઈશ્વરની કર્તૃત્વભાવના દૂર રાખીને ગોઠવવામાં આવે છે; સૃષ્ટિની ઘટનાના કારણની શોધમાં આ કર્તૃત્વશક્તિનું સ્થાન રહેતું નથી એ વિચાર પ્રકરણ ત્રીજામાં સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યો છે. તેથી ઊલટું પ્રાચીન હિન્દમાં ધાર્મિક વિચારોનું પ્રાબલ્ય એટલું બધું હતું કે લગભગ દરેક ગ્રન્થની શરૂઆતમાં—પછી તે ગ્રંથ ગણિતવિદ્યાનો કે ઔષધવિદ્યા કે રસાયનવિદ્યાનો હોય—મંગળાચરણમાં ઈશ્વરનું કે કોઈ પણ અધિષ્ઠાતા દેવ કે દેવીનું આહ્‌વાન તો હોય જ. તે છતાં પણ મધ્યકાલીન યુરોપની પેઠે પ્રાચીન હિન્દમાં રાજ્ય કે સમાજ તરફથી અમુક જ મત ખરો છે એવું જુલમથી દબાણ કરવામાં આવતું નહિ; તેથી હિન્દી ધાર્મિક વિચાર અને તત્ત્વજ્ઞાનમાં અપ્રતિમ સ્વતંત્રતા અને વિવિધતા જોવામાં આવે છે. વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકો પણ આવી રીતે સ્વતંત્ર હતા; અને દરેક વિષયમાં પ્રવીણ શોધકો, વિદ્વાનો, તદ્‌વિદો, તજ્‌જ્ઞો વગેરે પોતપોતાનું કામ કરી શકતા. પરંતુ આખા સમાજનું બંધારણ આધ્યાત્મિક હોવાને લીધે અને બધા વિચારકોનું અંતિમ ધ્યેય આધ્યાત્મિક હોવાને લીધે, પ્રાચીન હિન્દના વૈજ્ઞાનિકો પણ આવા વિચારની પ્રબળ અસર નીચે રહેતા, અને અમુક દર્શન, ધર્મ, કે અમુક સંપ્રદાયને અનુકૂલ થાય તેવા જ વિચારો અને પ્રમાણો તરફ તેમનું વલણ રહેતું. તેટલા અંશે વિજ્ઞાનની દરેક શાખાના આધારભૂત નિયમોના શોધનમાં ખામી રહેતી; તેથી અર્વાચીન વિજ્ઞાનની નિયમશોધનની પદ્ધતિ પ્રાચીન હિન્દમાં બહુ પ્રચલિત નહોતી. ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો કે રાસાયનિક સંયોજનના નિયમો હિન્દમાં નહિ શોધી કઢાવાનું એક કારણ આ ધાર્મિક ભાવનાની ધુંસરી હશે બીજું કાંઈપણ કારણ હોય કે ન હોય તો પણ એટલું તો સ્પષ્ટ છે કે પ્રાચીન હિન્દના વિજ્ઞાન અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને દૃષ્ટિબિંદુમાં ઘણી ભિન્નતા છે.

ઉપસંહાર

પ્રાચીન હિન્દી પ્રજામાં વિજ્ઞાનનો પ્રચાર સારો હતો અને બીજી

પ્રાચીન પ્રજાઓ કરતાં તેમની તુષ્ટિ-જ્ઞાનની સમૃદ્ધિ ઊંચા પ્રકારની હતી, એટલું સ્વીકાર્યા પછી, વેદમાં બધું અર્વાચીન વિજ્ઞાન છે, વેદમાં જંતુવિદ્યા * હાલના જેવા જ સ્વરૂપમાં વર્ણવેલી છે, વેદમાં હાલના જેવાં વિમાનો બનાવવાનાં સૂચનો છે, પ્રાચીનકાળમાં રસાયન-વિદ્યા કે ઔષધવિદ્યાનું જ્ઞાન સંપૂર્ણ હતું, વગેરે અત્યુક્તિઓથી દૂર રહેવું એ ઇષ્ટ છે. આવી અત્યુક્તિઓના ટેકામાં જે ખોટું પંડિત્ય ખર્ચવામાં આવે છે તેનો એક નમૂનો અત્રે આપવો યોગ્ય ધારું છું. વેદમાં ઑક્સિજન અને હાયડ્રોજનથી પાણી બની શકે છે એવું લખેલું છે એ સિદ્ધ કરવાને માટે એક લેખકે નીચેની ઋચાનો ઉલ્લેખ કરતાં તેનો ખાસ અર્થ કર્યો હતો:

मित्रं हुवे पूतदक्षं वरुणं च रिशादसं ।
धियं घृताचीं साधन्ता ॥ ऋग्वेद १. २. ७.

ખાસ અર્થ—બે વસ્તુઓમાંથી પાણી બનાવવાની ઇચ્છા રાખનારે શુધ્ધ અને ખૂબ તપાવેલું હાડ્રોજન (पूतदक्षं मित्रं) અને ખાઇ જવાની શક્તિવાળું ઑક્સિજન (रिशादसं वरुणं) લેવું.

સાધારણ અર્થ—પવિત્ર અને દક્ષ (ચતુર) મિત્રદેવને, અને શત્રુ-ઓને ખાઇ જનાર વરુણદેવને ઘી ઝરતી (ઉજ્જ્વળ) બુધ્ધિ સાધનારા (એ બેને) નિમંત્રુ છું.

ઉપરની ઋચાનો સાધારણ અર્થ કર્યા અને તેમાંથી ખાસ કરીને હાયડ્રોજન (मित्र) અને ઑક્સિજન (वरुण) વરુણની ઉત્પત્તિ કર્યા? અને તેની સાથે પાણી બનાવવાની ક્રિયાનો સંબંધ કર્યા? અને ધારો કે કાંઈ પણ સંબંધ હોય તો પણ પાણી બનાવવાની ક્રિયાની વિગતોના વર્ણન સિવાય અર્વાચીન શોધની સરખામણી કરવી એ કેટલી અનુચિત છે? પરંતુ ધૃષ્ટતાની સીમા ભાગ્યે જ હોય છે! આનાથી આગળ વધીને मित्रावरुणौ એ સમાસમાં હાયડ્રોજન (मित्र)ના બે અણુઓ અને ઑક્સિજનના એક અણુનું સૂચન છે એમ કહીને કેટલાક

* Bacteriology

પંડિતો સિદ્ધ કરવા મથે છે કે પાણીના રાસાયનિક બંધારણનું ચોક્કસ જ્ઞાન વેદમાં છે!

પ્રાચીન હિન્દના ઇતિહાસનું વાસ્તવિક અભિમાન દરેક હિન્દીએ રાખવું જોઈએ. પરંતુ ખોટા અભિમાનના આડંબર નીચે અસત્યનો અથવા અત્યુક્તિનો આશ્રય લેવાની લાલચથી સાવધ રહેવું જોઇએ; કારણ કે તેમ કરવાથી નથી વધતી પ્રાચીન હિન્દુઓની પ્રતિષ્ઠા અને નથી વધતું અર્વાચીન હિન્દુઓનું વાસ્તવિક ગૌરવ. જે પ્રાચીન જ્ઞાનનો વારસો આપણને મળ્યો છે તે ટકાવી રાખવાનો અને તેમાં વૃધ્ધિ કરવાની આપણી લાયકાતનો આધાર આપણી મહેનત, ખંત, અભ્યાસ અને પરાક્રમ ઉપર જ રહેશે. સદ્ગત દા. પ્રફુલ્લચંદ્ર રૉય કે પ્રો. ગજ્જર પ્રાચીન હિન્દુ રસાયનનો વિચાર માત્ર જ કરીને બેસી રહ્યા હોત તો દેશને શો લાભ થયો હોત? સ્વર્ગસ્થ રામાનુજમ, સર જગદીશચંદ્ર બોસ, સર ચંદ્રશેખર રમણ, સર શાન્તિસ્વરૂપ ભટનાગર, મેઘનાદ સાહા, બીરબલ સાહાની અને હોમી ભાભા અને દા. રામન જેવા સમર્થ વિદ્વાનો અર્વાચીન સમયમાં પૃથ્વીના અગ્રગણ્ય વૈજ્ઞાનિકોમાં (F. R. S.) રોયલ સોસાયટીના ફેલો તરીકે) હિન્દનું નામ શોભાવે છે. જે દેશના ઇતિહાસમાં આવા આવા ઉજ્જ્વળ પુત્રોનાં નામ ઝળકે છે અને જે પ્રજાના પૂર્વજોએ પણ પોતના સમકાલીન વિદ્વાનોમાં પોતાનું અપ્રતિમ સ્થાન સ્થાપી તેને જાળવી રાખ્યું હતું તે દેશના પ્રાચીન કે અર્વાચીન ગૌરવની રક્ષાને માટે સત્ય સિવાય બીજા કશાની જરૂર નથી.

અંકગણિત

ગણિતવિદ્યા અને તેની શાખાઓમાં પ્રાચીન હિન્દુઓએ મેળવેલી પ્રવીણતા વિષે કંઇ શંકા નથી. ગણિતવિદ્યાના ઇતિહાસકાર કૅજોરીનો નીચેનો અભિપ્રાય પ્રમાણરૂપ ગણી શકાય:

"આપણા સમયના વિજ્ઞાનમાં હિન્દુ ગણિતવિદ્યા કેટલા અંશે પ્રવેશ કરે છે તે નોંધવા યોગ્ય છે. અર્વાચીન સમયના અંકગણિત

અને અંકગણિતનું રૂપ અને ભાવ બંને વાસ્તવિક રીતે ગ્રીક નહિ પણ હિન્દુ શિષ્ટતાની પ્રસાદી છે. ગણિતના સાંકેતિકોમાં સર્વથી ઉત્તમ હિન્દુ અંકપદ્ધતિનો, આપણા જેટલી જ સંપૂર્ણતાએ પહોંચેલી હિન્દી અંકગણિતની ક્રિયાઓનો, અને તેમની સુન્દર અક્ષરગણિતની રીતોનો વિચાર કરો–અને પછી નિર્ણય કરો કે ગંગાતટનિવાસી બ્રાહ્મણો કેટલી પ્રશંસાને પાત્ર છે. આપણા દુર્ભાગ્યે અનિશ્ચિત પરિમાણોના પૃથક્કરણના વિષયમાં હિન્દુઓની કેટલીએક ઉત્તમ શોધો યુરોપમાં ઘણી જ મોડી પહોંચી અને જો કે બે ત્રણ શતકો પહેલાં તે પહોંચી હોત તો વધારે ઉપયોગી થઈ પડત."

જ્યોતિર્વિદ્યામાં અને ખગોળવિદ્યામાં વપરાતી ગણત્રીના અભ્યાસને લીધે પ્રાચીન હિન્દુઓ ગણત્રીમાં એક્કા હતા. સંખ્યાના ગુણાકાર, ભાગાકાર, અને મૂલશોધનમાં તેમણે પ્રવીણતા મેળવી હતી, વર્ગમૂલ અથવા ઘનમૂલ કાઢવું એ તો રમત વાત હતી. હજીપણ દેશી આંક અને દેશી લેખાંની પધ્ધતિની સરળતા અને ઉપયોગિતા વિષે શંકા નથી; દૈનિક વ્યવહારમાં પણ દેશી "રામ" "પા" "સવાયાં" "અઢિયાં" "ઉંઠાં" વગેરે આંકની પધ્ધતિથી અને લેખાંની કૂંચીથી ઘણા મોટા હિસાબ ટૂંકામાં અને જલદીથી પતાવી શકાય છે. અંકગણિતના મુખ્ય પાયા રૂપ (૧) સંખ્યાવાચક અંકો–આંકડાની અને (૨) દર્શાંશની પધ્ધતિ એ બંનેની શોધનનું માન પ્રાચીન હિન્દુઓનો ઘટે છે. યુરોપીય ઇતિહાસકારો આ જ્ઞાનના આદ્ય સંપાદકો તરીકે આરબો અને ગ્રીકોને પૂજે છે, પરંતુ પ્રાચીન આરબો અને ગ્રીકો હિન્દુઓ પાસેથી ઘણું શીખ્યા હતા; ઉત્તર યુરોપના કેટલાએક પ્રદેશો સાથે હિન્દને સીધો સંબંધ નહિ હોવાને લીધે પ્રાચીન હિન્દી સંસ્કૃતિનો પ્રચાર યુરોપમાં તે સમયના આરબો ગ્રીક અને મિસર દેશના વેપારીઓની મારફત જ થયેલો હોવાથી તેવી ભ્રાન્તિ થાય એ સ્વભાવિક છે.

અશોકના સમયના કીર્તિસ્તંભોમાં સંખ્યાવાચક અંકોનો

ઉપયોગ થયેલો જોવામાં આવે છે, એટલે ઇસ્વીસન પૂર્વે ત્રણુંસો વર્ષ પહેલાં આ અંકો હિન્દમાં પ્રચલિત હતા. આ અંકો હાલમાં અંગ્રેજીમાં 'અરેબિક અંકો' તરીકે ઓળખાય છે, કારણ કે તેમની શોધ હિન્દમાંથી આરબ વિદ્વાનોની મારફત જ યુરોપીય પ્રજાને મળી હતી. રોમન સંખ્યાંક કરતાં આરબ ગણાતા સંખ્યાંક વધારે સરળ અને સુગમ છે, તેથી યુરોપના ઇતિહાસકો તેના ખૂબ વખાણ કરે છે; કારણ ચાલુ સાલ રોમન અંકોમાં લખવી હોય તો MCMXLVIII લખવું પડે અને આરબ ગણાતા હિન્દુ અંકોમાં લખવું હોય તો 1948 એમ ટૂંકાણમાં લખી શકાય. આર્યભટ્ટ (ઇ. સ. ૪૭૬), બ્રહ્મગુપ્ત (ઇ. સ. ૫૮૮–૬૬૦) અને ભાસ્કરાચાર્ય (૧૧૧૪) વગેરે વિદ્વાનોએ દશાંશ રીતે વર્ણવેલી છે. છઠ્ઠા સૈકામાં રચાયેલા 'વ્યાસભાષ્ય' માં રાસાયનિક રૂપાંતરને એકડા ઉપર મીંડા મૂકવાથી થતાં રૂપાંતર અને સંખ્યાંતરની સાથે સરખાવવામાં આવ્યું છે. તેથી દા. બ્રજેન્દ્રનાથ સીલ અનુમાન કરે છે કે આરબો, અથવા ગ્રીકો–સીરિયન પ્રજાઓના કરતાં ઘણા જ પ્રાચીન સમયમાં હિન્દુ-ઓમાં આ દશાંશપધ્ધતિ પ્રચલિત હતી.

આરબોએ અંકપધ્ધતિ અને ગણનારીતિ વિષે હિન્દુઓ પાસેથી જ્ઞાન મેળવ્યું હતું એ નિઃશંક છે; ખલીફ વાલીદ (ઇ. સ. ૭૦૫–૭૧૫) ના સમય સુધી આરબોને સંખ્યાવાચક અંકોનું જ્ઞાન નહોતું, અને તેઓ અંકોને બદલે મૂળાક્ષર વાપરતા. સિંધમાંથી કેટલાએક હિન્દુ વિદ્વાનો ખલીફ મનસુરના દરબારમાં ગયા હતા (ઇ. સ. ૭૭૩) અને હિન્દુ જ્યોતિષ અને ગણિતનું જ્ઞાન આરબોને આપ્યું હતું. ખલીફ મામુન (ઇ. સ. ૮૧૩–૮૩૩) ના સમયમાં પુસ્તકશાળાના ઉપરી મહમદ બીન મુસાએ બનાવેલા પુસ્તકનો આધાર લઇને કોલબ્રૂકે અભિપ્રાય આપ્યો છે કે હિન્દુ ગણિતનો આરબોમાં પ્રચાર થયો હતો. હિન્દુ અંકને અરબી ભાષામાં "હિન્દુસા" કહે છે. અને અંકગણિતને ઇલ્મે

હિન્દુસા" કહે છે. આ ઉપરથી પણ અરબી અંકગણિત સાથે હિન્દુ વિદ્યાનો સંબંધ સ્પષ્ટ સમજાય છે. આ ઋણ સ્વીકારતાં અલ્બેરૂની (ઇ. સ. ૧૦૩૩) નામના પ્રસિદ્ધ આરબ વિદ્વાને લખ્યું હતું:- "અમે જે સંખ્યાવાચક સંજ્ઞાઓ વાપરીએ છીએ તે હિન્દુઓમાં વપરાતી સંજ્ઞાઓનાં ઉત્તમ રૂપો ઉપરથી ઉપજાવી કાઢેલી છે." મુસાના પુસ્તકો ઉપરથી સ્પેન અને ઇટલીના વિદ્વાનોને સંખ્યા અને હિન્દુ અક્ષરગણિતનું જ્ઞાન થયું હશે એમ ધારવાને સબળ કારણો છે. ઇટાલીના લિયોનાર્ડો ડી વીન્સી નામના વિદ્વાને અંકગણિતની ઉપર ઈ સ. ૧૨૦૨ માં પુસ્તક લખીને યુરોપમાં અર્વાચીન અંકગણિતની શરૂઆત કરી. આ સર્વ પ્રચારમાં ઇટાલીની પીસાની પાઠશાળા અને સ્પેનમાં કોર્ડોવાની પાઠશાળાઓના મુસલમાન શિક્ષકો સહાયકારક થયા હતા. આ પ્રમાણે યુરોપમાં અંકગણિતનો પ્રચાર આરબો અને મુસલમાનોની મારફત થયો હતો તે સત્ય છે, પરંતુ તેથી હિન્દુઓના અંકગણિતના જ્ઞાનની શ્રેષ્ઠતા અને પ્રાચીનતા નષ્ટ થતી નથી.

અક્ષરગણિત

અક્ષરગણિત પણ એક પ્રાચીન હિન્દુ વિદ્યા છે. ગ્રીક દેશનો આદ્ય અક્ષરગણિતવેત્તા ડાયોફેન્ટસ (ઇ. સ. ૩૬૦) હિન્દમાંથી આ વિદ્યા શીખ્યો હશે એમ કેજોરી દર્શાવે છે. હીથના અભિપ્રાય પ્રમાણે અક્ષરગણિતના સાંકેતિક રૂપમાં યુરોપીય પ્રજાના કરતાં હિન્દુઓ આગળ હતા. ખરી* અને સાંકેતિક- સંખ્યાને અંકગણિતની રીતો લાગુ પાડવાની વિદ્યાને અંકગણિતનું નામ આપી શકાય તો તેના મૂળ શોધકો હિન્દુઓ જ હતા એમ હેન્કલનો અભિપ્રાય છે.

પ્રાચીન હિન્દુઓનું અક્ષરગણિત સંબંધીનું ત્રુટક જ્ઞાન વ્યવસ્થિત રૂપમાં મૂકનાર અને તે નવી વિદ્યાના મૂળ સ્થાપક તરીકે

* Rational ÷ Irrational

નામ કાઢનાર ગણિતશાસ્ત્રી આર્યભટ્ટ પાટલીપુત્રમાં ઇ. સ. ૪૭૬-માં જન્મ્યો હતો. તેથી તેનો કાળ ડાયેફેન્ટસ કરતાં લગભગ સો વર્ષ જેટલો મોડો કહી શકાય; પરંતુ તેની પદ્ધતિ તેમ જ પરાક્રમની વિચક્ષણતામાં આ ગ્રીક વિદ્વાનને હિન્દુ ગણિતશાસ્ત્રીનો ગુરુ કહી શકાય નહિ એમ સ્મીથે સિદ્ધ કર્યું છે. વળી ડી મૉર્ગનના મત પ્રમાણે જે અર્થમાં આ હિન્દુ વિદ્યાને અક્ષરગણિતનું નામ આપી શકાય તે અર્થમાં ડાયાફેન્ટસના પુસ્તકને તે નામ આપી શકાય નહિ.

ઈ. સ. પાંચમાથી બારમા સૈકા સુધીમાં હિન્દુ અક્ષરગણિતમાં ઘણો વિકાસ થવા પામ્યો હતો; હિન્દુઓએ સંપાદન કરેલું જ્ઞાન યુરોપમાં સત્તરમા અને અઢારમા સૈકા સુધી પ્રાપ્ત થયું નહોતું અને તે પણ એક જ વસ્તુને બીજીવાર શોધી કઢાઇ હતી એમ કહી શકાય. આ સમયનું હિન્દુ અક્ષરગણિત અંકગણિતની પેઠે યાકુબ અને મુસાના પુસ્તકોની મારફત આરબોમાં, અને તેમની મારફત મધ્યકાલીન યુરોપમાં પ્રસિદ્ધ થયું હતું. ચીન અને જાપાનમાં પણ ત્યાંના ગણિતશાસ્ત્રીઓ હિન્દુ અક્ષરગણિતનો ઉપયોગ જાણતા હતા.

ભૂમિતિ

વૈદિકકાળમાં યજ્ઞની અને યજ્ઞકુંડ વગેરેની રચનાના વ્યાવહારિક જ્ઞાન ઉપરથી ભૂમિતિના સિદ્ધાંતોનું જ્ઞાન પ્રાચીન ઋષિઓને પ્રાપ્ત થયું હતું. અને આ વિષયમાં સર્વથી પ્રથમ ઉલ્લેખ બૌધાયન અને આપસ્તમ્બનાં "શુલ્વસૂત્રો" માં મળી આવે છે. આ શુલ્વસૂત્રો ઇસ્વીસન પૂર્વે આઠમા સૈકા જેટલાં પ્રાચીન છે; અને તેમાં મિસર દેશના ભૂમિતિકારોની મદદ મળી હોય તેમ લાગતું નથી. તેમ જ આ સમયની હિન્દુ ભૂમિતિમાં ગ્રીક સંસ્કૃતિની અસર થવા પામી ન હતી એમ હીથનો અભિપ્રાય છે; આ જ્ઞાન કેવળ વ્યાવહારિક ન હતું; તે સમયની લગભગ બધી શોધોમાં વ્યાવહારિક જ્ઞાન ઉપરાંત તર્કબુદ્ધિ અને વિચારશકિતનો ઉપયોગ થયેલો છે.

પ્રાચીન હિન્દી ભૂમિતિકારોની સંખ્યા નાની ન હતી. લટ, આર્યભટ્ટ (૪૭૬ ઇ. સ.), લલ્લ (૪૯૯), વરાહમિહિર (૫૦૫), બ્રહ્મગુપ્ત, શ્રીધર, મહાવીર (૮૦૫), નાનો આર્યભટ્ટ (૯૭૦) અને ઉત્પલ (૯૭૦) એ બધા આચાર્યોના ગ્રંથો ઉપરથી ભાસ્કરાચાર્યે (ઈ. સ. ૧૧૧૪) એક પુસ્તક લખેલું છે; તેમાં પ્રાચીન અન્વેષકોના જ્ઞાનને વ્યવસ્થિત અને સારરૂપમાં આણેલું છે. પાયથાગોરસના નામે ઓળખાતો એક સાધારણ સિદ્ધાન્ત "કાટખૂણાવાળા ત્રિકોણની સામેના ભુજનો વર્ગ કાટખૂણાના બે ભુજના વર્ગના સરવાળાની બરોબર થાય છે"—ભાસ્કરાચાર્યે બે રીતે સિદ્ધ કર્યો છે; તે બેમાંની એક રીત ઇ. સ. ૧૬૧૬–૧૭૦૩ માં વૉલીસે શોધી કાઢી ત્યાં સુધી યુરોપમાં અજ્ઞાત હતી. ગ્રીક ગણિતશાસ્ત્રીઓના જેટલાં જ પરિણામો અને સિદ્ધાન્તો લાવવા છતાં એટલું કબૂલ કરવું પડશે કે ઇ. સ પૂર્વે ૩૦૬–૨૮૩ ના સમયમાં યુકલીડે જે પદ્ધતિ અને વ્યવસ્થા ભૂમિતિમાં આણી હતી તે વ્યવસ્થા હિન્દુ ભૂમિતિમાં જોવામાં આવતી નથી. આનું કારણ એ હોઈ શકે કે વૈદિક સમય પછી યજ્ઞોનો રિવાજ બંધ થવાથી અને મૂર્તિપૂજા અને મંદિરોની વ્યવસ્થા થવાથી ભૂમિતિ ભુલાઈ ગઈ હતી.

ત્રિકોણમિતિ

ત્રિકોણમિતિના વિષયમાં કેટલીએક દિશામાં ગ્રીક કરતાં હિન્દુ ગણિતશાસ્ત્રીઓ આગળ વધેલા હતા; અને બીજી કેટલીએક દિશામાં અર્વાચીન ત્રિકોણમિતિમાં અગ્રસ્થાન સંપાદન કર્યું હતું. "જ્યા", "કોટિજ્યા" અને "ઉત્ક્રમજ્યા" એ સર્વનાં કોષ્ટકો બનાવવામાં હિન્દુઓ પ્રથમ હતા. જ્યાને માટે અંગ્રેજીમાં વપરાતો "સાઇન" શબ્દ સંસ્કૃત ઉપરથી આરબોએ કરેલા અપભ્રંશનું ફળ લાગે છે. ગ્રીક ગણિતશાસ્ત્રીઓ જ્યાના ઉપયોગથી પરિચિત નહોતા, તેઓ પૂર્ણજ્યા–

ચાપકર્ણ[1]ની સહાયથી ગણતરી કરતા. હિન્દુ જ્યોતિષીઓનાં કોષ્ટક ઉપરથી એમ પણ સિદ્ધ થાય છે કે પ્રાચીન હિન્દુઓને તલ[2] ત્રિકોણમિતિ ઉપરાંત ગોલીય[3] ત્રિકોણમિતિનું જ્ઞાન હતું.

કલનવિદ્યા[4] અને ચલન-કલનવિદ્યા[5] તેમ જ તેનો ખગોળશાસ્ત્ર અને જ્યોતિર્વિદ્યામાં ઉપયોગ કરવામાં ન્યૂટન (૧૬૪૨-૧૭૨૭) કરતાં ભાસ્કરાચાર્ય (૧૧૧૪)ની શોધ લગભગ પાંચસે વર્ષ જેટલી પ્રાચીન હતી. અર્વાચીન ખગોળવિદ્યામાં ગ્રહના પરિમાણ[6]નું ચલન શોધવામાં વપરાતું સૂત્ર અને તે સૂત્ર સિદ્ધ કરવાની પદ્ધતિ ભાસ્કરાચાર્યની રીતને લગભગ મળતી આવે છે. બ્રજેન્દ્રનાથ સીલના અભિપ્રાય પ્રમાણે આર્કીમીડીસ નામના ગ્રીક વિદ્વાનના કરતા ભાસ્કરાચાર્યની રીત અને પરિણામ અર્વાચીન પદ્ધતિને વધારે મળતા આવે છે અને તેથી તેને ગ્રીક કરતા વધારે શ્રેષ્ઠતાનું માન ઘટે છે

ખગોલવિદ્યા

મનુષ્યજાતિની દરેક પ્રાચીન પ્રજા પોતપોતાના નિરીક્ષણ અને અનુભવ પ્રમાણે ખગોળનું બંધારણ રચે છે. પ્રાચીન સમયના ખાલ્ડિયાની, મીસર દેશની, ચીન અને ગ્રીસ દેશની પ્રજાઓએ હિન્દુઓની માફક તારા, ગ્રહ અને સૂર્યની ગતિ સબંધી થોડું ઘણું વ્યાવહારિક જ્ઞાન સંપાદન કર્યું હતુ, પરન્તુ કેવળ નિરીક્ષણ ઉપરાંત વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવણ અને વિચારપૂર્વક ચિંતનથી બીજી પ્રજાઓ કરતાં હિન્દુઓએ આ વિષયમાં વધારે પ્રવીણતા મેળવી હતી હીપાર્કસ (ઈ સ પૂર્વ ૧૫૦) અને ટોલેમી (ઇ. સ. ૧૩૯) એ બે યુનાની ખગોલવેત્તાઓના કરતાં હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓનુ જ્ઞાન ઓછુ ન હતુ તે છતાં પ્રાચીન હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ બેબીલોનિયનો

1 Chord 2 Plane 3 Spherical 4 Calculus 5 Differential Calculus 6 Magnitude

પાસેથી ઘણું શીખ્યા હશે એમ મનાય છે. ખાસ કરીને રાશિચક્ર અને સત્તાવીસ નક્ષત્રોની વ્યવસ્થા તેમની તરફથી મેળવી હશે, પરંતુ કોલબ્રુક અને મેક્સમુલર એવો મત દર્શાવે છે કે આકાશના નિત્ય દર્શનથી અને ચંદ્રની ગતિના નિરીક્ષણથી આ પ્રમાણે આકાશનું વિભાજન કરવાનું હિન્દુઓને સ્વતઃ સૂઝયું હોય.

હિન્દુ રાશિચક્રની સંજ્ઞા યુનાની સંજ્ઞાઓના અર્થ અને સંજ્ઞાદર્શક પ્રાણીના આકારને મળતી આવે છે. આ સંજ્ઞાઓ આર્યભટ્ટ (ઈ. સ. ૪૭૬)નાં પુસ્તકોમાં વપરાઇ છે. તેથી હિન્દુ રાશિચક્ર બેબીલોનિયન નહિ પણ યુનાની પ્રજા તરફથી મળ્યું હશે એમ માનવું વધારે ઇષ્ટ છે. આરબોને તેમના અઠ્ઠાવીસ "મન્ઝીલ" વિષે હિન્દુઓ પાસેથી આઠમા સૈકામાં જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું તે વિષે શંકા રહેતી નથી.

પૃથ્વીની ધરી ઉપરની ગતિનું જ્ઞાન આર્યભટ્ટે પાંચમા સૈકામાં મેળવ્યું હતું: અને સૂર્યગ્રહણ અને ચંદ્રગ્રહણના ખરા કારણની સમજૂતી તેણે આપી છે. જો કે પાછળથી આ સમજૂતી રાહુ વગેરેની કલ્પનાથી પૌરાણિક કાળમાં ભુલાઇ ગઇ હતી. આ ઉપરાંત હિન્દુ ખગોળવેત્તાઓએ પૃથ્વીની સરખામણીમાં સૂર્ય અને ચંદ્રનાં કદ, ગ્રહના પરિક્રમણકાળની ગણત્રી* અયનચલનની અને બીજી અનેક પ્રકારની ગ્રહ અને તારાઓની ગતિની ગણત્રીમાં મેળવેલી ચોકસાઇથી, એ વિષે તેમના સમયની બીજી પ્રજાઓનું જ્ઞાન જોતાં, આપણને અભિમાન અને સંતોષ થાય છે.

યુનાની ખગોળવિદ્યા અને તેના ગુણદોષથી પ્રાચીન હિન્દુ ખગોળવેત્તાઓ પરિચિત હતા તે વિષે શંકા રહેતી નથી: કારણ કે વરાહમિહિર (ઇ. સ. ૫૮૭) યુનાની પ્રજામાં આ વિદ્યા સુવ્યવસ્થિત છે એમ સ્પષ્ટ રીતે ઉલ્લેખ કરે છે. પરંતુ આ બન્ને

* Precession of equinoxes.

પ્રજાઓ તેનો કેટલા અંશે વિનિમય કરી શકી હતી તે વિષે શંકા રહે છે; બર્ગેસના અભિપ્રાય પ્રમાણે હિન્દુ અને યુનાની પ્રજા વચ્ચે પરસ્પર બહુ ઓછો વિનિમય થતો હતો, કારણ કે એ બે પ્રજાઓની ગણત્રીમાં અને પરિણામોમાં કોઇ પણ સ્થળે સંપૂર્ણ સામ્ય મળતું નથી. હિન્દુઓએ યુનાની પ્રજાની પાસેથી જે કાંઇ લીધું હશે તેમાં હિન્દુ શિષ્ટતાનાં તત્ત્વો દાખલ થયો વિના રહ્યાં નથી. દાખલા તરીકે ચાપકર્ણને બદલે દરેક ઠેકાણે જ્યાનો ઉપયોગ જોવામાં આવે છે, અને ભૂમિતિના રૂપને બદલે અંકગણિતની રીત વાપરવામાં આવી છે.

ચીનમાં પણ હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓની શ્રેષ્ઠતા સ્વીકારાઇ હતી. હિન્દુ વેધશાળાનાં ઉપકરણો ચીનમાં દાખલ કરવામાં આવ્યાં હતાં એવું દેખાડનાર અવતરણો વર્નરે બતાવ્યાં છે. મિકામીની માન્યતા પ્રમાણે ઇ. સ. સાતમા સૈકામાં અને ત્યાર પછી ચીનાઈ સરકારની નોકરીમાં હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ હતા; અને કેટલાએક સંસ્કૃત પુસ્તકોનો ચીનાઇ ભાષાંતરણો કરવામાં આવ્યો હતો; ઇત્સીંગ (૬૮૩-૭૨૭) અને બીજા ચીનાઇ વિદ્વાનોએ કરેલા ચીનાઇ પંચાંગના સુધારામાં હિન્દુ ખગોલવિદ્યાની અસર સ્પષ્ટ જોવામાં આવે છે. તેવી જ રીતે આરબોમાં આઠમા સૈકામાં હિન્દુ ખગોલ-વિદ્યાનો પ્રચાર થયો હતો.

તેમના બહોળા વ્યાપારને લીધે હિન્દુઓને નૌકાશાસ્ત્રનો સારો અનુભવ હતો અને તેને અંગે તારા અને નક્ષત્રોની ગતિ વિષે સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. તારા, ગ્રહો અને નક્ષત્રોનાં નિરીક્ષણોને માટે પ્રાચીન સમયમાં કેવી વેધશાળાઓ હતી તેનો ખ્યાલ જયપુરના મહારાજા જયસિંહે બાંધેલી વેધશાળાઓ ઉપરથી આવે છે. ઉજ્જન, જયપુર અને કાશીની હિન્દુ વેધશાળાનાં યંત્રો અને ઉપયંત્રો હિન્દુ પદ્ધતિની પ્રયોગાત્મક બાજુની સાક્ષી પૂરે છે. તે છતાં આપણે કબૂલ કરવું પડશે કે પ્રાચીન હિન્દુઓના સમય પછી

ખગોલવિદ્યામાં, અને અવૈજ્ઞાનિક ગણાતી જ્યોતિર્વિદ્યામાં પણ અર્વાચીન સમયમાં યુરોપના વિદ્વાનોએ આપણું જ્ઞાન ઘણું વધાર્યું છે.

ભૌતિકવિદ્યા

પ્લેફેર નામના અર્વાચીન ભૌતિકશાસ્ત્રીનાં નીચેનાં વાક્યો ગ્રીક ભૌતિકવિદ્યાને માટે લખવામાં આવ્યાં હતાં: પરંતુ તે વાક્યો ભૌતિક-વિદ્યામાં પ્રાચીન હિન્દુઓના જ્ઞાન વિષે વાપરી શકાય. "પ્રાચીન પ્રજાઓમાં–ભૌતિકવિદ્યાની વાસ્તવિક પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી એમ કહી શકાય નહિ. તે છતાં તેમનાં પુસ્તકોમાં અનેક ઉન્નત વિચારો; કેટલીએક સુભાગ્યે ખરી પડેલી કલ્પનાઓ અને અનેક દિશામાં પ્રકાશનાં કિરણો જોવામાં આવે છે."

યુનાની ભૌતિકવિદ્યાની પેઠે હિન્દુ ભૌતિકવિદ્યાનાં પરાક્રમોમાં અને પદ્ધતિમાં તે જ પ્રકારનું સામર્થ્ય અને તેવા જ પ્રકારની અપૂર્ણતા જોવામાં આવે છે. તે છતાં હિન્દુ ભૌતિકશાસ્ત્રના સિદ્ધાન્તો તે સમયની બીજી વિદ્યાઓનાં પરિણામની સાથે સમકક્ષી અને સમન્વિત હોવાને લીધે વધારે વસ્તુતાવાળા હતા: અને વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ જો કે બેકનના મતના જેટલી પ્રયોગપૂર્વક આગમનન્+ની નહોતી તે છતાં એરિસ્ટોટલના કેવળ તર્કવાદ કરતાં વધારે પ્રયોગાત્મક હતી. તે ઉપરાંત એટલું પણ કહેવું જોઇએ કે જ્યાં જ્યાં પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અવલોકનનાં સાધનો અને સગવડ મળતાં ત્યાં ત્યાં ચોકસાઈ વધારે અંશમાં હિંદી વિજ્ઞાનમાં જોવામાં આવે છે.

પ્રાચીન હિન્દુઓના તત્ત્વજ્ઞાનની શ્રેષ્ઠતા સ્વીકારાઇ છે; અને આધ્યાત્મિક જ્ઞાનની સાથે આધિભૌતિક સૃષ્ટિના નિરૂપણમાં પણ તેઓ પછાત ન હતા. "પુરૂષ" અને "પ્રકૃતિ" અર્વાચીન ભૌતિક-વિદ્યાનાં શકિત* અને દ્રવ્ય÷ સાથે અમુક અંશે સરખાવી શકાય.

+Experimental Induction. *Energy ÷Matter.

અર્વાચીન જડવાદના મૂળ રૂપ અણુવાદ અને પરમાણુવાદ યુનાની પ્રજાઓના કરતાં વધારે ઉત્તમ અને વધારે સંપૂર્ણ રીતે હિન્દમાં સમજાવવામાં આવ્યો હતો 'ડીક્ષનરી ઑફ ફીનોસોફી'માં આ વિષે લખનાર પ્રો ફ્લેમીગના અભિપ્રાય પ્રમાણે "આ અણુવાદ યુનાનમાં નહિ પણ પૂર્વના દેશોમાં પ્રથમ ઉદ્ભવ્યો હતો" કણાદનો વૈશેષિકવાદ અણુવાદની અસંખ્ય હિન્દુ કલ્પનાઓમાંની એક જ છે, પરમાણુ એટલે દ્રવ્યના અવિભાજ્ય કણની કલ્પના અને અણુને અવિનાશી અને શાશ્વત ગણવાની પદ્ધતિ, પ્રાચીન સમયથી જ સૃષ્ટિરચનાના મૌલિક સિદ્ધાન્ત તરીકે સ્વીકાર્ય છે જૈન મતમા પણ અણુઓને અતિસૂક્ષ્મ, શાશ્વત, અને અતિમ ગણવામા આવે છે ઉમાસ્વાતિ (ઇ સ ૫૦ નામના જૈન વિદ્વાને પરમાણુઓની સકલના તેમનુ પરસ્પર આકર્ષણ અને તેમાંથી અણુઓનુ બધારણ વગેરે વિષે સારી ચર્ચા કરી છે ડા બ્રજેન્દ્રનાથ સીલના મત પ્રમાણે એક જ પ્રકારના પ્રાથમિક પરમાણુમાંથી જુદા જુદા પ્રકારના તત્ત્વોનાં પરમાણુ ઉત્ક્રાન્ત થવાની માન્યતા જૈનોમાં છે. જે બળથી પરમાણુઓની સકલના થઇને અણુઓ બને છે તે જ પ્રકારના બળથી પરમાણુઓમાથી તેમ જ અણુઓમાંથી રાસાયનિક સયોજનથી નવાં સમ્મેલનો–પદાર્થો બને છે સૃષ્ટિમાં આ પરમાણુઓ સ્વતત્ર અને અસયોજિત દશામાં રહી શકે નહિ, અને તેથી ખાસ આવશ્યકતા અને નિયતિને લીધે સૃષ્ટિનુ સર્જન, વર્ધન, અને રૂપાંતર થાય છે. આ વિચારથી જડવાદ અને નાસ્તિકવાદને પોષણ મળે છે એ કહેવાની જરૂર નથી

કણાદના વૈશેષિક સિદ્ધાન્તમાં, તેમ જ જૈન અને બૌદ્ધ મતમાં તેમ જ બીજા તત્ત્વવેત્તાઓના મતમાં પણ દ્રવ્યના સાધારણ ગુણો વિષે વર્ણન જોવામાં આવે છે સ્થિતિસ્થાપતા–સ્થૈર્ય, સસક્તિ[1] સઘાત અભેદ્યતા સાદ્રતા[2] ચિક્કટતા-સ્નિગ્ધતા[3], પ્રવાહિતા–દ્રવતા[4], છિદ્રમયતા–સૌષિર્ય[5]

---

1 cohesiveness 2 impenetrability 3 viscosity 4 fluidity. 5 porosity

વગેરે દ્રવ્યના ગુણોનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું. વનસ્પતિના મૂળથી શાખા સુધી જીવનરસ[1]ના ઉદ્‌ગમનથી, તેમ જ છિદ્રમય વાસણોમાંથી પ્રવાહીઓના થતા વ્યાપન[2] અને અભિસર્પણથી કેશીય ગતિની[3] સમજૂતી આપવામાં આવતી હતી.

દ્રવ્ય અને શક્તિના સંરક્ષણ[4]ના સિદ્ધાન્તો પ્રાચીન હિન્દુ ભૌતિક વિદ્યામાં સ્વીકારાયેલા હતા. દ્રવ્ય અને શક્તિને અવિનાશી ગણવામાં આવતાં; તેમનામાં વધઘટ થવા છતાં અને વૃદ્ધિ અને નાશ, થવા છતાં, પણ છેવટે તેમની એકંદર માત્રા[5] સ્થિર રહે છે એમ ધારવામાં આવતું.

ગતિવિદ્યાના સૈદ્ધાન્તિક જ્ઞાનમાં પ્રાચીન હિન્દુઓ પ્રવીણ હતા; પૃથ્વી, સૂર્ય અને ગ્રહોની ગતિના વ્યાવહારિક અનુભવ ઉપરથી તેમનું જ્ઞાન ફલિત થયું હતું. ગતિમાન પદાર્થની ગતિનું કારણ ગુરુત્વાકર્ષણ છે એમ આર્યભટ્ટ, બ્રહ્મગુપ્ત અને ભાસ્કરાચાર્યના જ્યોતિષના ગ્રંથોમાં મળી આવે છે, પરંતુ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો તેમનાથી શોધી શકાયા નહોતા. પ્રશસ્તપાદભાષ્યના કર્મગ્રન્થ વિભાગમાં કર્મ (ગતિ) નું પૃથક્કરણ અને નિરૂપણ કરવામાં આવ્યું છે. પરંતુ "કર્મ" અને "ગતિ"ના દાર્શનિક અને ભૌતિક અર્થમાં ગૂંચવાડો અને મેળભેળ થવાથી અર્વાચીન દૃષ્ટિએ આ વિવેચન આપણને અત્યારે ઉપયોગી નથી. તે છતાં ગતિની વ્યાખ્યા, ગતિના પ્રકાર,* ગતિનાં કારણ, બલના પ્રકાર,+ અર્વાચીન 'મોમેન્ટમ'ની કલ્પનાના

---

1. sap 2. diffusion 3. capilary motion 4. Conservation of matter and energy 5. Quantity * ભ્રમણ (ચક્કરવાળી ગોળ ગતિ), સ્પન્દન (vibratory), કમ્પન, ગમન (curvilinear), પતન (downward motion) સ્યન્દન (current–fliud), અભિસર્પણ (capillary motion) –એ ગતિના પ્રકાર ગણાતા.

x નોદન pressure, અભિઘાત impact, સંસ્કાર momentum, વેગસ્થ અને સ્થિતિસ્થાપક, ગુરુત્વ gravity, દ્રવત્વ fludity.

જેવી વેગરથ સંસ્કાર—ગતિનાં ખાસ કારણની કલ્પના, એ સર્વે હિન્દુ વિદ્વાનોની બુદ્ધિ અને તર્કશક્તિને શોભાવે તેવી છે. ગતિવિદ્યાના સૈદ્ધાન્તિક વિભાગનાં આપણને મળી આવતાં પુસ્તકો હજુ અપૂર્ણ હોય અને બીજાં પુસ્તકો અને લેખો મળી આવે તો એ વિષયપર હજુ વધારે પ્રકાશ પડી શકે. પરંતુ ગતિવિદ્યાનું પ્રયોગાત્મક અન્વેષણ અને ગેલીલિયોના જેવું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને માપન પ્રાચીન હિન્દુઓમાં થયું હોય એવી સાબિતી નથી એવો દા. સીલનો અભિપ્રાય છે. તેવી જ રીતે ગતિવિદ્યાની સાથે સંબંધ ધરાવતી સ્થિતિવિદ્યા + અને જલસ્થિતિવિદ્યા * તેમજ યંત્રવિદ્યા+ના મૂળ સિદ્ધાન્તોનું અન્વેષણ થયું હોય એમ લાગતું નથી.

ભૌતિકવિદ્યાની લગભગ દરેક શાખામાં પ્રાચીન હિન્દુઓ થોડું-ઘણું જ્ઞાન મેળવી શક્યા હતા. પ્રકાશ અને ઉષ્મા બંને એક જ શક્તિનાં ભિન્ન સ્વરૂપ છે એમ ઘણાકની માન્યતા હતી; પૃથ્વી ઉપરની બધી ઉષ્માનું મૂળ સૂર્યમાં છે એમ ઉદયનાચાર્યે સિદ્ધ કર્યું હતું; પ્રકાશ અને ઉષ્માનાં કિરણો પ્રકાશિત અને ઉષ્ણ પદાર્થોમાંથી નીકળતા સૂક્ષ્મ અણુઓનાં બનેલાં હોય છે એવી વાચસ્પતિ (ઇ. સ. ૮૫૦)-ની કલ્પના હતી, પાણીની ઊકળવાની ઘટના બાષ્પભવન અને પાણીની વરાળ થતાં તેનું વજન હલકું થાય છે એ ઘટનાઓ શંકરમિશ્રે સારી રીતે સમજાવી છે. પ્રકાશના વિષયમાં પણ પારદર્શક, અર્ધ-દર્શક, અને અપારદર્શક વસ્તુઓ અને તેમની છાયા વિષે ઉદ્યોતકરમાં વિવેચન જોવામાં આવે છે. પ્રકાશનાં કિરણોમાં આવર્તન અને પરાવર્તનનો કોણ સરખો રહે છે તે નિયમથી પ્રાચીન યુનાનીઓની પેઠે પ્રાચીન હિન્દુઓ પણ માહિત હતાઃ વક્રીભવનની ઘટના ઉદ્યોતકરે સમજાવી છે, અને પ્રકાશનાં કિરણોથી થતી રાસાયનિક ક્રિયાઓ વિષે જયન્તે ઉલ્લેખ કર્યો છે; કાચ, ત્રિપાર્શ્વ, ગોળ, અને ઈંડાકારના આયનાઓ પ્રયોગોમાં વપરાતા હતાઃ

÷ Statics * Hydrostatics ÷ Engineering

અને તાલ (લંબગોળ કાચ)[1]થી ઘાસઅથવા રૂ બાળી શકાય છે એમ માહિતી હતી. કાચ બનાવવાનો હુન્નર તે વખતે સારી સ્થિતિમાં હતો. પ્લીનીના અભિપ્રાય પ્રમાણે સર્વોત્તમ કાચ તે સમયે હિન્દુઓ બનાવતાઃ સિંધમાં મોહેન્જોડેરો નામના સ્થળે મળી આવેલા ઈ. સ. પૂર્વે ત્રણ હજાર વર્ષ જેટલા પ્રાચીન સમયના અવશેષોમાં પણ કાચની બંગડીઓ છે.

નાદશાસ્ત્ર[2] વિષેનું પ્રાચીન હિન્દુઓનું જ્ઞાન જેવું તેવું ન હતું. સંગીતનો મૂળ પાયો નાદશાસ્ત્ર અને સ્વરજ્ઞાન ઉપર રચાયેલો છે; પ્રાચીન હિન્દુ સંગીતની નવીનતા અને સંપૂર્ણતા વિષે અર્વાચીન અભ્યાસકો પણ માનની દૃષ્ટિએ જુએ છે. ધ્વનિ, પ્રતિધ્વનિ, અને ધ્વનિનું વક્રીભવન અને પરાવર્તન વગેરે વિષે તેમને સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. મીમાંસકો અને નૈયાયિકોમાં પણ ધ્વનિનાં ભૌતિક કારણો વિષે વિવેચન જોવામાં આવે છે. નાદ, ધ્વનિ અને સ્ફોટ એ ત્રણ તરંગોથી ઉત્પન્ન અને વ્યક્ત થાય છે એમ સ્વીકારાતું; કેટલાએકના મત પ્રમાણે આ તરંગો વાયુ—હવામાં થાય છે. અને બીજા કેટલાએકના મતે એ આકાશ[3]માં થાય છે. શબ્દસંતાન[4]ની કલ્પના અને વીચિતરંગ પાણીનાં મોજાં સાથેનું સામ્ય અને શબ્દનાં તારમન્દ્રાદિ ભેદ,[5] તીવ્રમન્દાદિ ભેદ[6] અને અસાધરણ ધર્મ[7] એ સંબંધી નિરૂપણ, અને કમ્પસન્તાનસંસ્કાર[8]ની નિર્બળતાની સાથે ધ્વનિની થતી નિર્બળતા અને લયની સમજૂતી, શ્રુતિ અને સ્વરના સમ્બન્ધની સમજૂતી, અને સારંગદેવના સંગીતરત્નાકાર (૧૨૧૦–૧૨૪૭) અને દામોદરના સંગીતદર્પણ (૧૫૬૦–૧૬૪૭) જેવાં પુસ્તકો ઉપરથી પ્રાચીન હિન્દુઓની આ વિષયના જ્ઞાનની સમૃધ્ધિનો ખ્યાલ આવે છે.

કેરબાથી ઘાસ વગેરે આકર્ષાય છે અને લોખંડની સોય ચુમ્બક

1 Lens 2 accoustics 3 ether 4 sound-waves 5 pitch 6 intersity 7 quality 8 momentum of vibration

કોલમ્બસના અમેરિકાથી પાછા આવ્યા પછી સ્પેનની પ્રજામાં ત્રિસ્ફોટક વગેરે રોગો લગભગ આખી પ્રજામાં ફૂટી નીકળ્યા હતા. આ રોગને ઇશ્વરી કોપ માનવામાં આવતો અને પ્રાર્થના અને દાન વગેરેથી કોપની શાંતિ કરવાના પ્રયત્ન થતા હતા; વહેમ, અજ્ઞાન, અને અનિશ્ચિતતાના આ સમયમાં હિન્દુઓનું આયુર્વેદ અને ઔષધવિદ્યાનું જ્ઞાન અનેક રીતે શ્રેષ્ઠ હતું. હિન્દુ આયુર્વેદનું જ્ઞાન આરબ અને યુનાની પ્રજાઓની મારફત યુરોપમાં પ્રસરવા પામ્યું હતું અને અર્વાચીન વૈદ્યકશાસ્ત્રના ઉદ્ભવમાં આ પ્રાચીન જ્ઞાન ઉપયોગી થઈ પડ્યું હતું; અને તેથી ઐતિહાસિક અને તુલનાત્મક દૃષ્ટિથી પણ પ્રાચીન હિન્દુઓનાં આ પરાક્રમો માટે તેમને ધન્યવાદ ઘટે છે.

આયુર્વેદના આ મૂળ ગ્રંથકારો ચરક અને સુશ્રુત લગભગ અઢીહજાર વર્ષ જેટલા પ્રાચીન છે. ચરક (ઈ. સ. પૂ. ૫૦૦) ઔષધ-સંગ્રહ માટે વિખ્યાત છે અને સુશ્રુત (ઈ. સ. ૧૦૦) શસ્ત્રવૈદ્ય તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. તેમના પૂર્વના સમયમાં સંગ્રહ થયેલા જ્ઞાનભંડારને મૂર્તિમંત સ્વરૂપ આપીને અને પોતાની નવી શોધોની ચોક્કસ નોંધ રાખીને તેમણે આયુર્વેદની સ્થાપના કરી છે. તેમનાં પુસ્તકોમાં મળી આવતાં વનસ્પતિ અને ઔષધના વર્ણનો, અને રોગની ચિકિત્સા ઉપરથી તેમની પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવાની ટેવ માટે આપણને આશ્ચર્ય અને અભિમાન ઉત્પન્ન થયા વિના રહેતું નથી. જે સમયમાં ગેલન નામના પ્રાચીન ગ્રીક વિદ્વાનની ખોટી માન્યતાઓના અંધકારમાં યુરોપના વૈદ્યો ગોથાં મારતા હતા તે સમયમાં રોગચિકિત્સા અને ઔષધ-ઉપચારમાં હિંદુ વૈદ્યો પ્રવીણ હતા; તેમણે શસ્ત્રવિદ્યામાં પણ નિપુણતા પ્રાપ્ત કરી હતી અને તે સમયનાં પુસ્તકોમાં ૧૨૧ જાતનાં શસ્ત્રોનું વર્ણન કરેલું છે.

ઔષધશાળા અને રોગગ્રહોની પ્રણાલિકા ઇ. સ. પૂ. ત્રીજા સૈકાના સમયથી ચાલુ થયેલી છે; અશોકના સમયના સ્તંભલેખોમાં ઢોર અને મનુષ્યના રોગનિવારણને માટે ઔષધોનું વર્ણન જોવામાં

આવે છે, ત્યારે યુરોપમાં સાતસો વર્ષ પછી જ પહેલી ઇસાઈ હૉસ્પિતાલ ઇસ્વી ચોથા સૈકામાં કૉન્સ્ટન્ટાઇને બંધાવી હતી. યુરોપમાં નવી ગણાતી કેટલીએક ઔષધિઓ પ્રાચીન કાળથી હિંદમાં વપરાય છે. ધાતુઓ અને તેમની ભસ્મો પણ પહેલી હિન્દમાં ઔષધ તરીકે વપરાવી શરૂ થઇ હતી. પ્રાચીન ગ્રીક અને રોમન પ્રજાઓમાં ધાતુમય ઔષધો બાહ્યોપચાર તરીકે વપરાતાં; પરંતુ પારા અને બીજી ધાતુઓનાં ઔષધોની શોધ પહેલાં હિન્દમાં થઇ હતી. ઇસ્વી સાતમા સૈકામાં વરાહમિહિરે પારા અને લોહની ભસ્મોનો ઉલ્લેખ કર્યો છે; તે પહેલાંના સમયના ગ્રંથમાં ધાતુમય ઔષધોનું વર્ણન છે. આ બધા ગ્રંથોને આરબોએ તરજુમો કરીને સ્પેન દ્વારા યુરોપમાં પ્રસિદ્ધ કર્યા હતા. યુરોપમાં ધાતુમય ઔષધોનો ઉપયોગ પેરેસેલ્સસના સમય પછી જ સોળમા સૈકામાં થયો હતો. બારમા સૈકાના ગ્રીક હકીમોને પણ ત્રિફળા જેવી પ્રાચીન હિન્દુ ઔષધિનું જ્ઞાન હતું; ઍક્યુએરિયસ નામના ગ્રીક વૈદ્યે ત્રિફળાનું નામ 'ત્રિફેરા પૂર્વા' આપ્યું હતું. હિન્દુ વૈદ્યકમાં સોમલ, લોહ, અને પારદ (પારા) નો ઉપયોગ જોઇને આરબ અને યુનાની હકીમો વિસ્મય પામતા. હજુ પણ આયુર્વેદ કરતાં યુનાની દવાઓમાં આ ધાતુઓ અને ભસ્મો ઘણા જ ઓછા અંશે જોવામાં આવે છે.

શસ્ત્રવિદ્યા

વૈદકની સાથે પ્રાચીન હિન્દુઓએ શસ્ત્રવિદ્યા સારી રીતે ખિલવેલી હતી. શરૂઆતમાં તો યુદ્ધમાં, ખેતીમાં અને શિકારમાં થતા અકસ્માતમાં તેનો ઉપયોગ સારો થવા પામ્યો હતો; અને તે સમયમાં તીર, કાંટા, શલ્ય, વગેરે શરીરમાં દાખલ થયેલા અનિષ્ટ પદાર્થોને દૂર કાઢવાનું કામ પ્રાથમિક સ્થિતિમાં હશે: કારણ કે શસ્ત્રવિદ્યાને શલ્યવિદ્યા કહેવામાં આવતી.

સુશ્રુતના સમય પહેલાં આ શસ્ત્રવિદ્યા સારી સ્થિતિએ પહોંચી હતી; મૃત અને જીવંત પ્રાણીઓને ચીરીને તેમની

બને છે, આ મેદના સૂક્ષ્મ અંશેામાંથી પૃથ્વી, વાયુ અને તેજના સંઘાતથી શ્લેષ્મના આવરણમાં કઠિન હાડકાં–અસ્થિ બંધાય છે: આ અસ્થિના પેાલાણમાં મેદ રહે છે અને તે મેદમાંથી શુક્ર બંધાય છે. આ વર્ણનમાં અપૂર્ણતા અને અચેાકસાઈ ઘણી છે અને અર્વાચીન જ્ઞાનની સાથે તેને સરખાવી શકાય નહિ.

છતાં રસપરિક્રમણના આ જ્ઞાન ઉપરથી એટલું તેા ફલિત થાય છે કે રક્તપરિક્રમણની ગતિ વિષે પ્રાચીન હિન્દુઓને શંકા ન હતી. રસની અને રક્તની ગતિનું કેન્દ્રસ્થાન હૃદય છે એ વાત સ્વીકારાઈ હતી; રક્ત હૃદયમાં શિરાઓ વાટે જાય છે અને તેમાંથી ધમની વાટે શરીરમાં પ્રસરે છે એટલી સાધારણ વાત તેમની સમજમાં હતી. પરંતુ તે સિવાય રક્તશુદ્ધિમાં હવા અને ફેફસાંના ઉપયેાગ સંબંધી તેમનું જ્ઞાન અપૂર્ણ હતું; તે છતાં તે સમયની બીજી પ્રાચીન પ્રજા કરતાં ઊતરે તેમ ન હતું એમ કહેવામાં અત્યુક્તિ નથી. હૃદયને અગત્યનું સ્થાન આપવામાં પ્રાચીન ગ્રીકેાની પેઠે પ્રાચીન હિન્દુઓએ પણ ભૂલ કરી હતી. હૃદયને ફક્ત રક્તાશય તરીકે નહિ પણ પાચન થયેલા રસના ભંડાર ગણવામાં આવતું અને તેની સાથે ચેતનનું પણ સ્થાન ગણવામાં આવતું. આથી જ્ઞાનતંતુસંસ્થાન×નું જ્ઞાન પ્રાચીન ભારતમાં વાસ્તવિક રીતે ખરું ન હતું.

ચરક અને સુશ્રુતમાં હૃદયને મુખ્ય ઇંદ્રિય અને ચેતનનું સ્થાન કહેવામાં આવ્યું છે; પરંતુ તે સમય પછીનાં તાન્ત્રિક પુસ્તકેામાં મગજ અથવા તેા બ્રહ્મરંધ્રને મુખ્ય સ્થાન આપવામાં આવ્યું છે. તેની સાથે જ્ઞાનતંતુ, નાડી+ અને જ્ઞાનતંતુચક્રેાનું અને તે દરેકની માનસિક સ્થિતિ અને વિચારની સાથેના સંબંધનું વર્ણન મળે છે. યૌગિક સંપ્રદાય પ્રમાણે જીવ–આત્મા મગજના બ્રહ્મરંધ્ર વિભાગમાં મગજની મધ્યરેખા અને "મનરેાઝ ફેારામેન"ની વચ્ચેના સ્થાનમાં રહે છે અને બ્રહ્મદંડ (કરેાડના

+ Nerve. x Nervous System.

હાડકા-મેરુ) માં બ્રહ્મનાડી, સુષુમ્ણા નાડી, અને મનોવહા નાડીમાં રમે છે. સુષુમ્ણાના મધ્ય રજ્જુમાંથી ઇડા અને પિંગલા નામની નાડીઓ (જ્ઞાનતંતુઓ) નીકળે છે. આ વર્ણનનાં દસ ચક્રોમાંથી ત્રણ ચક્રો ખાસ અગત્યનાં છે. એક તો આજ્ઞાચક્રમાંથી ગતિ અને ચલનના ઉપર કાબૂ મેળવી શકાય છે. બીજું મનશ્ચક્ર, જેમાં જ્ઞાનેંદ્રિયના તંતુઓ—ગંધવહા, રૂપવહા, શબ્દવહા, રસવહા, અને સ્પર્શવહા નાડીઓ એકઠી થાય છે. મનશ્ચક્ર મનોવહા નાડીથી જીવની સાથે સંયુક્ત થાય છે ત્યારે જ સવિકલ્પ જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે. આ જ્ઞાનતંતુઓની સંખ્યા એકંદર સાતસો ઉપરની ગણવામાં આવે છે. આ વર્ણન અર્વાચીન જ્ઞાનતંતુસંસ્થાના વર્ણનની સાથે સદંતર મળતું આવતું નથી,x તો પણ તેનો કેટલોએક ભાગ ખરો પડે છે એ માટે તે કાળના હિન્દુઓને ધન્યવાદ ઘટે છે. સાધારણ વૈદકવિદ્યા માટે આ જ્ઞાન ઉપયોગી નહિ હોય પરંતુ યોગીઓ અને યોગના ઉપાસકો હજી પણ એ વિચારપ્રણાલિકાને સત્ય સમજીને ચાલે છે.

સુપ્રજનનવિદ્યા

પ્રાચીન હિન્દુઓ ગર્ભવિદ્યા, ગર્ભપોષણ, અને ગર્ભવૃદ્ધિ વિષે પણ જાણતા હતા: મડદાં ચીરીને અથવા તો બીજી રીતે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અવલોકનથી પ્રાપ્ત કરેલું તેમનું જ્ઞાન અર્વાચીન સમયમાં પણ બહુ અશુદ્ધ ગણી શકાય નહિ. સુપ્રજનનવિદ્યા અને આનુવંશિક સંસ્કારનાં તત્ત્વો પણ તેઓ સારી રીતે સમજ્યા હતા; જાતિની શુદ્ધિ જાળવવા માટે અને વિદેશી અને અનાર્ય પ્રજાઓને દૂર રાખવાને માટે જ્ઞાતિસંસ્થા ઘણી ઉપયોગી થઈ પડી હશે; અનુલોમ અને પ્રતિલોમ લગ્નના સિદ્ધાન્ત નીચે સુપ્રજનનવિદ્યાના તત્ત્વોનો ભાસ થાય છે. તે ઉપરાંત બીજા રિવાજો અને પ્રણાલિકા, ગર્ભરક્ષણ અને સુપ્રજાની ઉત્પત્તિ માટે અનેક રીતે અનુકૂલ હતાં. આ રિવાજો સાંપ્રત

x વધુ વિગત માટે જુઓ દા. ગણનાથસેનનું પ્રત્યક્ષ-શારીર.

કાળમાં કેટલે અંશે ઉપયોગી છે એ વિવાદગ્રસ્ત વિષયમાં ન ઊતરતાં આપણે એટલું તો કહી શકીશું કે પ્રાચીન સમયની બીજી પ્રજાઓ કરતાં હિન્દુ વિદ્વાનોનું આ વિષયનું જ્ઞાન વધારે ઉત્તમ પ્રકારનું હતું.

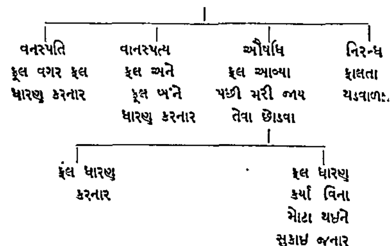
વનસ્પતિવિદ્યા

ઔષધને માટે આવશ્યક વસ્તુઓને સ્વહસ્તે એકઠી કરવાની પદ્ધતિને લીધે પ્રાચીન હિન્દુ વૈદ્યોનું વનસ્પતિ–વિદ્યાનું જ્ઞાન તે સમયમાં ઉચ્ચ પ્રકારનું હતું:

વૈશેષિક સંપ્રદાયના પ્રશસ્તપાદ નીચેનું વર્ગીકરણ કરે છે.

(૧) તૃણ–ઘાસ, (૨) ઔષધિ–ફલ થયા પછી સુકાઈ જનાર (૩), લતા–વેલાઓ, (૪) અવતાન–બાગનાં ઝાડો અને છોડવા, (૫) વૃક્ષો–ફૂલ અને ફલ ધારણ કરનાર, (૬) વનસ્પતિ–ફૂલ વગર ફલ ધારણ કરનાર.

વનસ્પતિઓનું ચરક અને ચક્રપાણિનાં પુસ્તકોમાં નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું હતું:



ઉદયન (ઇ. સ. ૯૭૫), વૃક્ષ અને વનસ્પતિમાં જીવન, મરણ, ઊંઘ, જાગરણ, રોગ, દવાની અસર, બીજમાંથી સજાતીય અનુબન્ધ,

અનુકૂલ પદાર્થ તરફની ગતિ, અને પ્રતિકૂલ પદાર્થથી દૂર જવું વગેરે ગુણોનું વર્ણન કરે છે. સૂર્યમુખી ફૂલની સૂર્ય તરફની ગતિના વિચાર ઉપરથી ઊપજતી કવિતા અને બીજી અનેક કલ્પનાઓ સંસ્કૃત સાહિત્યમાં પ્રસિદ્ધ છે. સૂર્યની શક્તિ વનસ્પતિઓમાં એકત્રિત થાય છે અને મૃત વૃક્ષોને બળતણ તરીકે વાપરતાં આ સૂર્યશક્તિનો જ ઉપયોગ થાય છે.

વનસ્પતિમાં જીવ હોઈ શકે અને તેમનામાં પ્રાણીજીવનનું સાદૃશ્ય પ્રાપ્ત થઈ શકે એ વિચાર અર્વાચીન વનસ્પતિવેત્તાઓને કબૂલ કરાવવાને માટે સર જગદીશચંદ્ર બોસને વીસ વર્ષ લાગ્યાં; પરંતુ પ્રાચીન હિન્દુઓને લજ્જાવતી–લજ્જામણીમાં संकोचादि परिस्फुटी क्रिया નું જ્ઞાન હતું. વનસ્પતિજીવનનાં લક્ષણોનું વર્ણન કરતાં ગુણરત્નાકાર નામના જૈન ગ્રંથમાં વનસ્પતિમાં (૧) બાલ્યાવસ્થા, યુવાવસ્થા અને વૃદ્ધાવસ્થા, (૨) નિયમિત વૃદ્ધિ, (૩) નિદ્રા, જાગ્રદવસ્થા, (૪) સ્પર્શથી સંકોચ અને વિકાસ, અને આધાર (ટેકા) તરફની ગતિ, (૫) ઘા વાગવાથી અને છોલાવાથી સુકાઇ જવું, (૬) આહારની અનુકૂલતા અને પ્રતિકૂલતાની સાથે તેમની વૃદ્ધિ અને મરણ, વ્યાધિ–રોગનિદાન, અને વૃક્ષાયુર્વેદ, વગેરેનું વર્ણન જોવામાં આવે છે. વૃક્ષો અને વનસ્પતિમાં ચેતના અને અંતઃસંજ્ઞા હોય છે એ તો હિન્દુશાસ્ત્રોમાં સ્વીકારાય છે: તેમનામાં સુખ અને દુઃખ અનુભવવાની શક્તિ હોય છે પણ તે અતિમંદ અને ગુપ્ત હોય છે. वृक्षास्तु चेतनावंतोऽपि तमश्छन्न ज्ञानतया शास्त्रोपदेशविषया एव। —ચક્રપાણિ. પરંતુ તેમની એ ચેતના મનુષ્ય જેવા પ્રાણીના મગજના વિચારો કરતાં ભિન્ન પ્રકારની છે કે કેમ એ એક ઘણો ગૂઢ પ્રશ્ન છે. મનુષ્ય થાકી જાય છે ત્યારે તેના જ્ઞાનતંતુઓ અને મગજમાં જે કાંઈ ફેરફાર થાય છે, તેવો માનસિક વ્યવહાર હજુ સુધી સ્પષ્ટ રીતે વનસ્પતિઓમાં જોવામાં આવતો નથી. સર જગદીશચંદ્ર બોસે શરૂ કરેલું કામ આ દિશામાં ચાલુ છે અને તેનાથી હજુ ઘણી આશા રખાય છે.

પ્રાણીવિદ્યા

વનસ્પતિવર્ણન સાથે પ્રાણીવર્ણન અને તેમના વર્ગીકરણમાં પ્રાચીન હિન્દુઓ પ્રવીણ હતા. યજ્ઞમાં અપાતા પ્રાણીઓની આહુતિના રિવાજને લીધે, ખેતીમાં ઢોરના ઉપયોગને લીધે, અને યુદ્ધમાં ઘોડાઓના અને હાથીના ઉપયોગને લીધે, તેમ જ માંસ મત્સ્યાદિના ખોરાકમાં અથવા ઔષધમાં ઉપયોગને લીધે, પ્રાણીઓના બહારનું વર્ણન અને તેમની અંદરની રચના વગેરેનું જ્ઞાન તેમને સારી રીતે થવા પામ્યું હતું. દક્ષણે આપેલું હરણ અને પક્ષીઓનું–તેમના બહારના દેખાવ અને વર્તનનું ચોક્કસ વર્ણન ઘણા અંશે ખરું છે. સુશ્રુતમાં છ જાતની કીડીઓ (પિપીલિકા), છ જાતની માંખો, પાંચ જાતના મચ્છર, આઠ જાતના કાનખજુરા, ત્રીસ જાતના વીંછી અને છ જાતના કરોળિયાનું વર્ણન છે. પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં તેમના જન્મ અને ઉત્પત્તિ પ્રમાણે, અથવા તો તેમની જ્ઞાનેંદ્રિય, તેમના વર્તન, અને તેમની મનુષ્યને ઉપયોગિતાના ઉપર આધાર રાખવામાં આવતો. ભવિષ્યપુરાણમાં નાગ અને સાપમાં કેવી રીતે પ્રજાની ઉત્પત્તિ થાય છે, કઈ ઋતુમાં ઇંડા ઉત્પન્ન થાય છે અને કઇ ઋતુમાં ઇંડાંનું નર અને માદા ભક્ષણ કરે છે વગેરેનું વર્ણન છે. ઇંડાં પરિપકવ થતાં તેના લાલ રંગ ઉપરથી નર અને સોનેરી રંગ ઉપરથી સ્ત્રી સર્પની ઉત્પત્તિ કહી શકાય છે. જન્મ્યા પછી સાત દિવસમાં સાપનો રંગ ઘેરો થાય છે અને પંદર દિવસમાં દાંત આવે છે અને બાવીસ દિવસે દાંતમાં ઝેર ઉત્પન્ન થાય છે અને પચીસમી રાત્રે આ ઝેર કાતીલ થાય છે. છ છ મહીને સાપ કાંચળી ઉતારે છે. મનુષ્ય, નોળિયો, મોર, ચકોર, બિલાડી, અને વીંછીથી સાપનું મોત થાય છે; પરંતુ તેમાંથી બચવા પામે તો ૧૨૦ વર્ષ જીવે છે. આ વર્ણન ઉપરથી પ્રાચીન હિન્દુઓનું સૃષ્ટિઅવલોકન અને નિરીક્ષણશક્તિનું આપણને ભાન થાય છે. પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં સ્વેદજ (તાપ અને ભેજમાં ઉત્પન્ન થતા), અંડજ (ઇંડાંમાંથી ઉત્પન્ન થતા કૃમિ, કીટ,

કીડી), ઉદ્‌ભિજ્જ (અવ્યક્ત રૂપમાં ઉત્પન્ન થતા દેડકા प्रावृट्काले [ततः महेश्वर शुक्रात्] मण्डोदके जातः) અને જરાયુજ, ગર્ભમાંથી ઉત્પન્ન થતાં પ્રાણીઓ, ચતુષ્પાદીઓ એ મુખ્ય હતા. આ પ્રાથમિક વર્ગીકરણ ઉપરાંત દલ્લણ, ઉમાસ્વાતી, નાગાર્જુન, સુશ્રુત વગેરે વિદ્વાનોનાં વર્ગીકરણના દાખલા દા. બ્રજેન્દ્રનાથ સીલે આપેલા છે. પરંતુ તે સઘળામાં બાહ્ય વર્ણન સિવાય અંદરની રચના અને અંદરની પ્રવૃત્તિનું વર્ણન આધારભૂત નહિ હોવાથી વાસ્તવિક રીતે અર્વાચીન વિજ્ઞાનમાં તે ઉપયોગી થઇ પડે તેમ નથી. તેથી પ્રાચીન હિન્દુઓને પ્રકૃતિઅધ્યયન, પ્રકૃતિનિરીક્ષણ અને અવલોકન માટે આપણે જેટલો ધન્યવાદ આપીએ તેટલો ધન્યવાદ તેમની પ્રાણીઓની આંતરરચના અને આંતરપ્રવૃત્તિના અભ્યાસને માટે આપી શકાય નહિ; તેનું એક કારણ એ કે તેમનું નિરીક્ષણ અને વર્ણન એક જ દૃષ્ટિથી કરવામાં આવ્યું હતું અને તે તત્ત્વજ્ઞાન અને ધાર્મિક વિચારના સંઘટ્ટનની દૃષ્ટિથી. દરેક વિદ્યાને ધર્મશાસ્ત્ર અને તત્ત્વ-જ્ઞાનથી તદ્દન છૂટું પાડવાની હાલની પદ્ધતિ તે સમયમાં પ્રચલિત ન હતી.

સર્વદેશીય પ્રવીણતા

ઉપરના વિવેચન ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પ્રાચીન હિન્દુઓએ એક જ વિષયમાં નહિ પણ વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખાઓમાં એક સરખા પ્રકારની પ્રવીણતા પ્રાપ્ત કરી હતી. તત્ત્વજ્ઞાન, ગણિતશાસ્ત્ર અને આયુર્વેદનું તેમનું જ્ઞાન બીજી પ્રાચીન પ્રજાઓના કરતાં અપ્રતિમ હતું, અને પાછળથી આરબ, તુર્ક અને સ્પેનીશ પ્રજાએ મારફત આ જ્ઞાન યુરોપને પહોંચ્યું ન હોત તો મધ્યકાલીન યુરોપના અંધ-કારનો સમય વધારે લંબાયો હોત. વિજ્ઞાનની બધી શાખામાં મેળવેલી પ્રવીણતા ધ્યાનમાં રાખીએ તો પછી બાબિલોનિયન, ઇજીપ્શિયન, ગ્રીક, ફીનીશિયન, એસીરિયન પ્રજાઓના સંસર્ગથી જ હિન્દમાં વિજ્ઞાનનો પાયો નંખાયો હતો એ મત સ્વતઃ તૂટી જાય છેઃ કારણ કે એક સરખી રીતે હિન્દી વિદ્વાનો પોતાના સ્વતંત્ર અન્વેષણથી એક નહિ

પણ: અનેક દિશામાં પ્રકૃતિમાં ગૂઢ સત્યો શોધી કાઢવાને સમર્થ હતા.

બીજું એક યાદ રાખવાનું છે કે હિંદમાં વિજ્ઞાનનો દીપ અમુક સમય સુધી ઝગઝગીને બુઝાઇ ગયો નહોતો. વૈદિક સમયથી પૌરાણિક કાળ સુધીના લગભગ ૨૫૦૦ વર્ષ સુધી અને ત્યાર પછી બીજાં પંદરસો વર્ષ સુધી પણ આ દીપની જ્યોતિનો પ્રકાશ દેશમાં સર્વત્ર પથરાઇ રહ્યો હતો. દેશનો વિસ્તાર વિશાળ હોવા છતાં પણ વિજ્ઞાન-ભક્તોને આ દીપનો પ્રકાશ બધે પહોંચતો. તેથી ફક્ત કાશી જેવાં મોટાં શહેરોમાં જ નહિ પણ પંજાબમાં તક્ષશીલા, બંગાલામાં નાલન્દા, માળવામાં ઉજ્જયિની અને તેમનાં જેવાં બીજાં અનેક સ્થળોમાં વિદ્વાનો વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં મચ્યા રહેતા. નાલન્દા, વિક્રમશીલા, ઉદણ્ડપુરના મઠોમાં દસ હજાર વિદ્યાર્થીઓ ભણતા અને તેમને રસાયનશાસ્ત્ર શીખવવામાં આવતું તે વિષે દા. રોયે ઉલ્લેખ કર્યો છે. ચરક (ઇ. સ. પૂ. ૬૦૦) પંજાબનો રહેવાસી હતો; સુશ્રુત (ઈ. સ. ૧૦૦) કાશીમાં રહેતો હતો, એમ ધારવામાં આવે છે: વાગ્ભટ્ટ (આશરે ઇ. સ. ૭૦૦)નું નિવાસસ્થાન સિંધમાં હતું; ચક્રપાણિ (ઇ. સ. ૧૦૫૦) બંગાલી હતો; આર્યભટ્ટ (ઈ. સ. ૪૭૬ માં) પાટલીપુત્રમાં જન્મ્યો હતો અને શાર્ઙ્ગધર (ઇ.સ. ૧૩૫૦) રાજપુતાનામાં રહેતો. તે ઉપરાંત ગુજરાત, મગધ, ઓરીસા, નેપાલ, તિબેટ, દખ્ખણ, કલિંગ, અને કોંકણ પ્રાંતોમાં (પંદરમા અને સોળમા સૈકામાં) થયેલા વૈજ્ઞાનિકોનાં નામો મળી આવે છે. આવા મોટા વિસ્તાર ઉપર પથરાઈ ગયેલા વિદ્વાનમંડળમાં દૃષ્ટિબિંદુ અને કાર્ય-ક્રમની ભિન્નતા જોવામાં આવે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ તેથી પ્રાપ્ત થતી વિવિધતા અને નવીનતા હિંદુ પ્રાચીન વિજ્ઞાનનું એક ખાસ લક્ષણ છે. તેથી ઊલટું વાસ્તવિક સહકાર, ટીકા, અને વિવેચનના અભાવે અપૂર્ણતા વગેરે દોષો જોવામાં આવે છે. તે છતાં પ્રાચીન હિંદુઓનું વિજ્ઞાન ઊંચા પ્રકારનું હતું અને આ વારસો મેળવવાને અને સાચવવાને માટે, અને તેને અર્વાચીન સમયને અનુકૂળ રૂપમાં

ઝૂકવાને માટે ઘણી મહેનત અને ખંતની જરૂર છે. વનસ્પતિ-વિદ્યાના એક જ નિયમની અર્વાચીન દૃષ્ટિએ સિદ્ધિ પ્રાપ્ત કરવામાં સર જગદીશ બોસે પોતાનું આખું જીવન વ્યતીત કર્યું હતું. એવા અનેક વિદ્વાનો ગુજરાતમાં નીપજે અને ગુજરાતના વિજ્ઞાનના સાહિત્યમાં અભિવૃદ્ધિ કરે અને હિન્દનું પ્રાચીન ગૌરવ અર્વાચીન પદ્ધતિએ સિદ્ધ કરે એમ ઇચ્છીશું.

ગુજરાતમાં ૧૧ મા સૈકામાં હેમચંદ્રાચાર્યનો નિઘંટુશેષ, સોમનાથ પાસે દેહકના રહેવાસી નાગાર્જુનનો રસરત્નાકર, શ્રયકવાળ સોઢલનો બારમા સૈકામાં લખાયેલો ગદનિગ્રહ અને ગુણસંગ્રહ એ પુસ્તકો આયુર્વેદના પ્રાચીન ઇતિહાસમાં પ્રસિદ્ધ છે. પોરબંદરના વિદ્વાન વનસ્પતિશાસ્ત્રી જયકૃષ્ણ ઇંદ્રજીએ કચ્છ અને બરડાની વનસ્પતિઓનો શાસ્ત્રીય રીતે અભ્યાસ કરીને અર્વાચીન સમયમાં પણ હિંદી વૈજ્ઞાનિકોની કીર્તિ ઉજ્જ્વળ રાખી છે. મુંબઇની આયુર્વેદ કૉલેજોમાં અને જામનગરના રાજદંપતીના આશ્રય નીચે ગુજરાતમાં આયુર્વેદના ઇતિહાસના સંશોધન માટે ઘણું કાર્ય થઇ રહ્યું છે; અને એકંદર આયુર્વેદને સારી મદદ રાજ્ય તરફથી મળવી શરૂ થઇ છે. તેનો લાભ લઇને યોગ્ય સંશોધનપદ્ધતિ દ્વારા પ્રાચીન આયુર્વેદને શુદ્ધ વિજ્ઞાનની સાથે રહી શકે તેના સ્વરૂપમાં અર્વાચીન રીતે સ્થાપવામાં આવશે એવી આશા રાખી શકાય.



પ્રકરણ ૭ મું:

યુરોપમાં મધ્યકાલીન સમય

વિજ્ઞાનના ઈતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પ્રાચીન ગ્રીક પ્રજાના અસ્ત પછી કલા અને તત્ત્વજ્ઞાનને સમજનારા રસિકો યુરોપમાંથી ઓછા થઈ ગયા અને ત્યારપછી રોમનો પણ વિજય અને ધનના મદમાં આળસુ અને લહેરી જીવન ગાળવા લાગ્યા. વિદેશી જંગલી પ્રજાઓના આગમન અને સંસર્ગથી પ્રજાની માનસિક શુદ્ધિ દોષિત થતી જતી હતી; અને સતત યુદ્ધોથી, સબળ અને પુષ્ટ યુવાનોના મૃત્યુથી, તેમજ ઊંચાં અને ઉત્તમ કુટુંબોમાં સડો પેસવાથી પ્રજાના ઉત્તમ ગુણો અને સંસ્કાર હલકા થતા જતા હતા. વળી મેલેરિયાના ઉપદ્રવથી પણ દેશની આબાદી અને પ્રજાની સુખશાન્તિ ખંડિત થઇ હતી; ઉત્તર અને ભૂમધ્ય પ્રદેશની, આફ્રીકન અને સેમેટીક જાતની પ્રજાઓના સંસ્કારથી ઉત્પન્ન થતી મિશ્ર રોમન પ્રજાઓમાં સામાન્ય આદર્શ અને કર્તવ્યદિશાના અભાવને લીધે, તેમ જ રાજ્યનીતિ અને રાજ્યદષ્ટિના અભાવને લીધે, તેમનો નાશ સમીપ આવે અને જ્ઞાનપ્રાપ્તિની ઇચ્છા અને વિજ્ઞાનદષ્ટિ ક્ષીણ થાય એમાં નવાઈ શું? ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાની શાળાઓ જસ્ટીનિયન બાદશાહના હુકમથી બંધ કરવામાં આવી એ આ અંધકારનો અવધિ હતો. ઇસ્વી ત્રીજા સૈકા પછી યુરોપમાં લગભગ સર્વત્ર અવ્યવસ્થા અને અંધકારનું સામ્રાજ્ય હતું. ખ્રિસ્તી ધર્મના પ્રથમ અનુયાયીઓ ઝનૂની અને ધર્માંધ હતા. અને બાઇબલ અને ખ્રિસ્તી ધર્મની શ્રેષ્ઠતા અને સત્યસિદ્ધિ કરવાને માટે ખરી બાતમી અને ખરું સત્ય સંતાડતાં શરમાતા નહિ. આ પરિસ્થિતિમાં સૃષ્ટિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો વિકાસ થવો અસંભવિત હતો.

ઇસ્વી બીજા સૈકામાં લખાયેલા એક પુસ્તકમાં સૃષ્ટિજ્ઞાનનું વર્ણન બાઇબલની દૃષ્ટિથી લખાયેલું છે: તેમાં સિંહનાં બચ્ચાં મુએલાં જન્મે છે અને ત્રીજે દિવસે સિંહની ગર્જનાથી એ બચ્ચાં સજીવન થાય છે એ અભિપ્રાય પ્રતિપાદન કરવામાં આવેલો છે. આમાં ઇસુના

ક્રોસ ઉપરના મરણ પછી ત્રીજે દિવસે સજીવન થયો હોવાના બાઇબલના મતની અસર સ્પષ્ટ દેખાય છે.

ધર્માંધતા

આ પ્રમાણે લગભગ ખ્રિસ્તી મતની શરૂઆતના સમયથી જ ધર્માંધપણાની શરૂઆત હતી. ગ્રીક પ્રજાની પડતીની સાથે તેમની ભાષા, તેમનું સાહિત્ય, અને તેમના વિચાર અને તેમનું તત્ત્વજ્ઞાન ભુલાઈ ગયું; અને દરેક ધર્મના અનુયાયીને યોગ્ય લાગે તેવા અને તેમના મતને પુષ્ટિ મળે તેવા રૂપમાં સૃષ્ટિજ્ઞાન સમજાવવામાં આવતું. ધાર્મિક વિચારની પુષ્ટિમાં તત્ત્વજ્ઞાન જોડાયું અને તેની સાથે સૃષ્ટિજ્ઞાનનું સ્વાતંત્ર્ય ડૂબ્યું. ધાર્મિક વિચારોને પ્રચલિત કરવા માટે દરેક વિષય ઉપર ટીકા અને ભાષ્ય લખવાનો રિવાજ શરૂ થયો. પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અનુભવની પદ્ધતિ ભુલાઈ ગઈ. મહોની સંખ્યા વધવાથી ફક્ત તર્ક અને વિચારથી જ સત્યપ્રાપ્તિનાં ફાંફાં મારવાનું શરૂ થયું. વાસ્તવિક અન્વેષણને બદલે અશુદ્ધ અને અસ્પષ્ટ તર્કપ્રણાલિકામાં મગ્ન રહેવાનો રિવાજ પડ્યો; અસ્પષ્ટ વિચાર અને સત્ય વિરુદ્ધ સિદ્ધાંત પ્રચલિત થવા માંડ્યા અને સત્યચિંતન અને સત્યશોધનને બદલે કેવળ વિચાર અને અભિપ્રાયોનો સંગ્રહ કરવામાં જ અને તેના અર્થનાં સૈદ્ધાન્તિક વિવેચન કરવામાં તે સમયના પંડિતો માન અને આનંદ સમજતા થયા. પોતાની બુદ્ધિ અને વિચારમાં શ્રદ્ધા અને વિશ્વાસ નહિ હોવાથી પ્રાચીન સમયના મહાપુરુષોનાં વચન માત્રને પ્રમાણ માનવામાં અને તે ઉપર સ્વતંત્ર વિચાર કર્યા સિવાય ફક્ત તેમનાં વચનની સત્તા અને હુકમ પ્રમાણે પોતાનો વિચાર અને જીવનનું નિયંત્રણ કરવામાં કૃતકૃત્યતા માનતા થયા. આ પ્રમાણે બીજાના ઉપર આધાર રાખવાની ટેવથી અને પોતાના અભિપ્રાય બાંધવામાં પોતાની બુદ્ધિનો સ્વતંત્ર ઉપયોગ ઓછો થનો હોવાથી, વિરોધીઓ ઉપર ક્રોધ, ઇર્ષ્યા અને જુલમનો પ્રહાર થનો; વિરોધીઓનું દૃષ્ટિબિંદુ જોવા અને તેને નિષ્પક્ષપાતપણે

વિવેકપૂર્વક તપાસવાની પદ્ધતિના અભાવને લીધે નવીન જ્ઞાન અને વિચારની વૃદ્ધિની આશા રાખવી વ્યર્થ હતી. મધ્યકાલીન સમયનું દિગ્દર્શન કરતાં પ્રખ્યાત બિશપ વેવલ તે સમયનાં ચાર લક્ષણ દર્શાવે છેઃ (૧) વિચારની અસ્પષ્ટતા (૨) ટીકા અને ભાષ્ય રચવાની પદ્ધતિ, (૩) મતાંધતા (૪) અગમ્યવાદ-આધ્યાત્મિક વિચાર-મોક્ષના વિચારની પ્રબળતા. એ દરેક લક્ષણ તે સમયની પ્રજાઓની માનસિક સ્થિતિનું ભાન કરાવે છે.

હિન્દુ સમય સાથે સરખામણી

આમાંનાં કેટલાંએક લક્ષણો બીજી મધ્યકાલીન પ્રજાઓની પેઠે હિન્દુ પ્રજામાં પણ જોવામાં આવતાં. વસ્તુઓનાં સ્વરૂપ વિષે તત્ત્વજ્ઞાન-દર્શનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ જોવું અને વિજ્ઞાનની કેવળ ભૌતિક દૃષ્ટિએ જોવું એ બેમાં ભેદ રહે છે. તેથી વસ્તુઓને પ્રત્યક્ષ જોઇને -તેમના બાહ્ય સ્વરૂપના પ્રત્યક્ષ અનુભવથી-કરવામાં આવતાં વર્ણન અને કેવળ તાત્વિક દૃષ્ટિથી કરેલાં સ્વરૂપનાં લક્ષણના વર્ણનમાં ફેર પડે છે. દર્શનકારો વસ્તુને પૃથ્વી, તેજ, આપ, વાયુ, અને આકાશના ગુણોની સાથે સરખાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે, અને તેથી ઊલટું વિજ્ઞાનીઓ વસ્તુનાં પ્રત્યક્ષ અને ઇન્દ્રિયગોચર લક્ષણો ઉપરાંત વધારે ઊંડાણમાં જવાની ઇચ્છા રાખતા નથી; તેથી વિજ્ઞાનીઓના વસ્તુવર્ણનમાં અને વિચારમાં સ્પષ્ટતા અને સરલતા પ્રાપ્ત થાય છે. કાલ્પનિક પદાર્થો અને લક્ષણોની શોધમાં અસ્પષ્ટતા અને સત્યવિરોધનો સંભવ રહે છે; નવું જ્ઞાન-નવી -વિચારસૃષ્ટિ-શોધવાને બદલે ફક્ત જૂના વિચારો, જૂના આચાર્યો અને તત્ત્વચિંતકો ઉપર જ આધાર રાખીને, તેમને સમજવાને બહાને મોટી મોટી ટીકાઓ રચવામાં જ સંતોષ માનવાની પદ્ધતિથી લાભ કરતાં હાનિ વધારે છે. સ્વતંત્ર વિચાર. કરવાની અને સ્વતંત્ર અન્વેષણની ટેવના અભાવને લીધે ધર્માંધતા-મતાંધતા-અને દોષાંધતાનો પ્રચાર વધી જાય છે. પ્રવૃત્તિ માત્રનું અંતિમ

લક્ષ્યબિંદુ મોક્ષની ઇચ્છા ગણવામાં આવે, અને તેની સાથે ઐહિક પદાર્થો અને ઐહિક સુખની અવગણના કરવામાં આવે, તો ભૌતિક સૃષ્ટિજ્ઞાન અને પદાર્થજ્ઞાન અને સૃષ્ટિના ભૌતિક બળોનું જ્ઞાન મળવું અશક્ય થઇ પડે. હિંદુ સંસ્કૃતિમાં અંતિમ લક્ષ્યબિંદુ–ધર્મ, અર્થ, કામ, મોક્ષ એ ચારે સાથે રાખેલા હોવાથી તત્ત્વચિંતનની સાથે સાથે ભૌતિક સંપત્તિનો ઘણો અંશે વિકાસ થઇ શકયો હતો. પરંતુ યુરોપમાં મધ્યકાલીન સમયમાં ચારે તરફથી અંધકાર પ્રસરી રહ્યો હતો. ભૌતિક વિષયોમાં પણ નવા જ્ઞાનનાં દ્વાર બંધ હતાં. કારણ કે મોક્ષની તીવ્ર ઇચ્છાથી સમાજની મહાન વ્યક્તિઓ મઠોમાં ધર્મસેવામાં જ મગ્ન રહેતી; અને તેથી જેમ મઠોની સત્તા, ધન, અને આબરુમાં દિનપ્રતિદિન વૃદ્ધિ જ થતી તેમ તેમ તેમની ધર્માંધતામાં અને મતપરાયણતામાં એથી પુષ્ટિ મળતી. પરંતુ તેથી સમાજની વૃદ્ધિ અને વિકાસને માટે આવશ્યક નવા દષ્ટિબિંદુના અંકુરો સ્ફુરવાને પ્રસંગ મળ્યા નહિ.

આરબ સંસ્કૃતિ

ગ્રીક પ્રજાઓના જ્ઞાનથી યુરોપના મહાધિકારીઓ લગભગ આઠસેં વર્ષ સુધી અજ્ઞાન રહ્યા હતા. મહાન ગ્રીક તત્ત્વવેત્તા એરિસ્ટોટલનાં પૂરાં પુસ્તકોનો લૅટીનમાં અનુવાદ ઇ. સ. ૧૨૧૦–૧૨૨૫ સુધી થયો ન હતો. ત્યાર પહેલાં ધર્માધિકારીઓ અને મહાધિકારીઓ અને પ્રાચીન સાહિત્યના અભ્યાસી પંડિતોના હાથમાં જ જ્ઞાન માત્રનો ઇજારો રહ્યો હતો. ઇસ્લામની સ્થાપના અને વિજયથી અજ્ઞાન દૂર થવાના કાંઇ પ્રસંગો મળ્યા હતા. હિંદુ વિજ્ઞાન, હિંદુ સંખ્યાંકો, અને હિંદુ ગણિત આરબ વેપારીઓ અને લશ્કરની મારફત યુરોપમાં દાખલ થયાં. એલેકઝાન્ડ્રિયા, કૅરો, સ્પેન, કૅારડોવા વગેરે સ્થળોના સંબંધને લીધે આ જ્ઞાન યુરોપમાં પ્રસરતું થયું. આરબ રાજ્યની અને ખાસ કરીને મૂર સંસ્થાનોની પાઠશાળાઓથી ઘણું નવું જ્ઞાન યુરોપમાં ફેલાયું. રોમન સંખ્યાંકનીઃ

કઢંગી પદ્ધતિ આ સમયમાં જ બદલાઇ ગઇ અને હિંદુ સંખ્યાંક-પધ્ધતિ સર્વત્ર દાખલ થઇ. આ આરબ જ્ઞાન ઉપરાંત ઍરિસ્ટોટલનાં પુસ્તકોનો પ્રચાર થતાં તેરમા સૈકાના પંડિતો અને ધર્માધિકારીઓની માનસિક વ્યૂહરચનામાં ઘણો ક્ષોભ થયો હતો. કેટલાએક પાદરીઓ તરફથી ઍરિસ્ટોટલની પ્રત્યક્ષ જ્ઞાનની, પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન મેળવવાની પદ્ધતિ તરફ તિરસ્કાર દર્શાવવામાં આવતો; અને તેના પરિણામે આબેલાર્ડ જેવા સ્વતંત્ર વિચારકને પજવવામાં આવ્યો હતો. ઍરિસ્ટોટલમાં આપણને અત્યારે અપૂર્ણતા અને દોષ ઘણાએ લાગે તોપણ તે સમયના અંધકાર અને અજ્ઞાનનાં આવરણો ભેદવાને માટે તેના કરતાં બીજા કોઇ તત્ત્વવેત્તાનાં પુસ્તકો વધારે ઉપયોગી થઇ પડે તેમ ન હતાં, અને તેથી તેનાં પુસ્તકોનું લેટીનમાં અવતરણ થવાથી તે સમયના સૃષ્ટિજ્ઞાન, તત્ત્વજ્ઞાન અને વિચાર-પદ્ધતિમાં વિપ્લવમય ફેરફારો થયા હતા. અને તેથી જ ૧૨૦૯ માં ઍરિસ્ટોટલનાં પુસ્તકો સામે પારીસની પ્રાંતિક સભા તરફથી ક્રોધ-મય નિષેધ દર્શાવવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ નવીન જ્ઞાનપ્રાપ્તિનો જુસ્સો અનિવાર્ય અને રોકી શકાય નહિ તેવો હોવાથી ૧૨૫૫ માં પારિસની યુનિવર્સિટી તરફથી આ નિષેધ દૂર કરવામાં આવ્યો હતો.

થોમસ એક્વીનસ

આરબ વિજ્ઞાન અને ઍરિસ્ટોટલના તત્ત્વજ્ઞાનના સંમિશ્રણથી યુરોપમાં બુદ્ધિવાદના નવા અંકુરો ફૂટવા લાગ્યા. કેવલ તર્ક અને વિતંડાવાદને બદલે વિવેકપૂર્વક વિવેચનની પધ્ધતિ તરફ અને શબ્દપ્રમાણને બદલે ઍરિસ્ટોટલની પ્રત્યક્ષપ્રમાણની પદ્ધતિની ઉત્ત-મતા તરફ વિચારકોનું ધ્યાન ખેંચાવા લાગ્યું. ધાર્મિક વિવેચનમાં પણ આ પદ્ધતિ પ્રમાણે વિચારસંકલના ગોઠવવાની અગત્ય સ્વીકારાવા લાગી. એક ઈટાલિયન ઉમરાવ કુટુંબમાં જન્મેલો પાદરી થોમસ એક્વીનસ (ઇ.સ.૧૨૨૫–૧૨૭૪) ખ્રિસ્તી શાસ્ત્રો અને ઍરિસ્ટોટલનાં

તત્વજ્ઞાન અને ભૌતિકવિદ્યાનું સમાધાન કરવા તત્પર થયો અને ધર્મવિદ્યા અને તત્વજ્ઞાનનો વિરોધ સમન્વયને કરેલ. તેના પ્રયત્નો થોડા અંશે સફળ થયા હતા. તેણે પોતાનો મત એટલી તો સ્પષ્ટતા અને પ્રતિભાથી સમજાવ્યો કે તેથી એરિસ્ટોટલનું શિક્ષણ અને ખ્રિસ્તી ધર્મનાં તત્વો બન્ને ઈશ્વરદત્ત જ્ઞાન મનાવા લાગ્યાં અને તેથી તે એમાંથી એક ઉપર ટીકા અથવા વિવેચન કરવું અશક્ય થઇ પડ્યું. ટૉલેમીના વાદ પ્રમાણે વિશ્વનું મધ્યબિંદુ પૃથ્વી છે અને બધા તારકો, ગ્રહો અને સૂર્ય આ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ મત તેણે એરિસ્ટોટલના પ્રમાણથી પ્રચલિત કર્યો હતો અને તેણે એવી વિચારસરણિ ઉત્પન્ન કરી હતી કે તેથી પ્રાચીન ધર્માંધ પંડિતોની વિચારપદ્ધતિ તરફ તિરસ્કાર ઉત્પન્ન થયો; તે છતાં આપણે કબૂલ કરવું પડશે કે રુઢિજ્ઞાન અને ધર્મજ્ઞાનને એકત્રિત કરી નાંખીને એરિસ્ટોટલની માફક એક્વીનસે પણ તત્વજ્ઞાન અને ધર્મવિદ્યાની એકતાને નામે તત્વજ્ઞાનની અને વિજ્ઞાનની સ્વતંત્રતા ડુબાવી હતી, અને લગભગ ચારસેં વર્ષ સુધી એની પદ્ધતિ વિરુદ્ધ ટીકા કરવી એ અશક્ય થઇ પડયું હતું.

રોજર બેકન

આથી ઊલટું અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયમાં સહાયભૂત થાય એવી પ્રવૃત્તિ તે જ સમયના એક અંગ્રેજ પાદરી રોજર બેકન (૧૨૧૦–૧૨૯૬) ની હતી. તેનાં વિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો ઉપરથી તે સમયની માનસિક સ્થિતિનું ભાન થાય છે. પ્રકાશવિદ્યા, પ્રકાશના પરાવર્તન અને વક્રીભવન÷ના નિયમોનો તેણે અભ્યાસ કર્યો હતો. તે ઉપરાંત કાચના આયના, ત્રિપાર્શ્વ*અને ગોલાલનયક-તાલમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો કેવી રીતે પસાર થાય છે, અને તેનો લાભ લઇને દૂરદર્શકયંત્ર કેવી રીતે બની શકે તેની સમજ તેણે મેળવી હતી. ત્રિકાળદર્શી આયના, રૂ બાળવાના કાચ, તોપોને માટે દારૂ, લોહચુંબક, કીમિયા એ સઘળાના

÷ Refrection * Prism

વર્ણનમાં થોડી ખરી વિગતો અને બીજાં અનુમાનો અને અંગત અભિપ્રાયોનું મિશ્રણ છે. તે છતાં ગણિતવિદ્યા અને ખગોળગણિતમાં તેણે પ્રવીણતા મેળવી હતી; અને પંચાંગ સુધારવાના પ્રયત્ન કર્યા હતા. તે ઉપરાંત બધાં શાસ્ત્રોમાં પ્રયોગાત્મક શાસ્ત્રની અગત્યતા તેણે સ્વીકારી હતી. કેવળ તર્ક અને ન્યાયના નિયમો ઉપર આધાર રાખવા કરતાં તેણે પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન શ્રેષ્ઠ અને ભૂલ ન થાય એવું ગણ્યું હતું. સત્યપ્રાપ્તિનો એક જ માર્ગ છે અને તે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણનો છે એ સ્વીકારતાં છતાં પણ સમયનો અને પરિસ્થિતિનો પ્રભાવ એટલો બધો પ્રબળ હતો કે તેના સમયના મધ્યકાલીન પંડિતોના કરતાં તે વધારે ઊંચે ચઢી શક્યો નહિ. બાઇબલ તેના અસલ સ્વરૂપમાં મેળવી શકાય તો તેને સ્વતંત્ર અને અંતિમ પ્રમાણ માનવામાં અને તે સમયની અંધ ધર્મશ્રદ્ધામાં માનવામાં તે ખચકાતો નહિ. તે એમ પણ ધારતો કે જ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને તત્ત્વજ્ઞાન માત્રનો મુખ્ય ઉદ્દેશ ધર્મવિદ્યાને સર્વશ્રેષ્ઠ રાણી તરીકે પૂજવાનો અને તેની પૂજાની સામગ્રી એકત્રિત કરવાનો હતો. આ પ્રમાણે એના ધાર્મિક વિચારથી એની માનસિક વૃત્તિ અકલુષિત ન હતી અને તેનાં પુસ્તકોમાં તદ્દન સ્વતંત્ર વિચારોની સાથે તે કાળના વહેમો અને ક્લિષ્ટ અભિપ્રાયોનો અંકુર જોવામાં આવે છે. પરંતુ તે સમય જ એવો કઠિન હતો કે પ્રચલિત ધાર્મિક વિચારથી સ્વતંત્ર અભિપ્રાય દર્શાવવા જ અશક્ય હતા. એકાદ પોપની મહેરબાનીથી રોજર પોતાનાં પુસ્તકો લખી શક્યો હતો; પરંતુ તે પોપના મૃત્યુ પછી તેને કેદમાં નાખવામાં આવ્યો હતો અને તે પંદર વર્ષ સુધી (૧૨૭૭–૧૨૯૩). આ પ્રમાણે એનું જીવન એના ધર્મના અનુયાયીઓની પજવણીથી કલુષિત થયું હતું; તેવી જ રીતે તેની ઉચ્ચ માનસિક વૃત્તિ પણ તે જમાનાના દોષથી કલંકિત થઇ હતી. તે છતાં એનાં પુસ્તકો અને એની બુદ્ધિ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં એને અમર સ્થાન અપાવે છે. પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાનનો સ્થાપક અને પિતા તેને ગણી શકાય.

૭૫૦ વર્ષ પછીના એના નામરાશિ લૉર્ડ બેકનના કરતાં એના સમય, પરિસ્થિતિ અને સાધન જોતાં રોજર બેકનનું નામ વિજ્ઞાનના ઈતિહાસમાં વધારે ઊંચા સ્થાને રહેશે.

માર્ટીન લ્યૂથર

રોજર બેકનની માનસવૃત્તિ તે સમયના બીજા તત્ત્વવેત્તાઓમાં ધીમે ધીમે પ્રગટ થતી જોવામાં આવે છે. એક્વીનસે ધર્મ અને તત્ત્વજ્ઞાનની જે એકતા બતાવી હતી તેમાંથી છૂટવાના ત્રુટક યત્નો થવા માંડયા હતા. ડન્સ સ્કૉટસ (૧૨૬૫–૧૩૦૮) નામના એક તત્ત્વવેત્તાએ ઈશ્વરની સર્વશક્તિમત્તાની વિરુદ્ધ મનુષ્યની સ્વતંત્ર ઇચ્છાનો સિદ્ધાન્ત શિખવવાનો શરૂ કર્યો હતો. વિલિયમ ઑફ ઑકહમ (મૃત્યુ ૧૩૪૫) નામના બીજા અંગ્રેજ વિચારકે બાઇબલના અને પાદરીઓના ઘણા મતોની વિરુદ્ધ ઝુંડો ઉઠાવ્યો હતો, અને તેનાં પુસ્તકોનો ધર્માધિકારીઓ અને પારીસની યુનિવર્સિટી તરફથી નિષેધ કરવામાં આવ્યો હતો. પરંતુ આ ધર્માંધતા બહુ વખત ચાલી નહિઃ અને માર્ટીન લ્યૂથર (૧૪૮૩–૧૫૪૬) ના સામાજિક અને ધાર્મિક વિચારોના પ્રબળ મંથનને લીધે સ્વતંત્રતાના સંગ્રામમાં આ ધર્માંધતાનો સંહાર થઇ ગયો. મોક્ષની ઇચ્છાથી ઘણા લોકો મંદિરો અને દેવળોને માટે પૈસા આપતા થયા હતા, પોપની મારફત સ્વર્ગ ઉપર નાણાંની હૂંડીઓ વેચાતી અને મૃત્યુ પછી સ્વર્ગમાં આ નાણાંનો ઉપભોગ મળવાની ખાત્રી આપવાને લીધે પોપના ખજાના હમેશ ભરપૂર રહેતા. તે સમયમાં યુરોપમાં બંધાયેલાં મોટાં મંદિરો અને દેવાલયો જોઇને આપણને આજે આનંદ થાય છે, તે છતાં તે મંદિરો બાંધવાને માટે આવશ્યક ધન મેળવવાની પદ્ધતિને લીધે પોપના મહેલોમાં પ્રસરેલી અનીતિ અને બહારની પ્રજાનાં અજ્ઞાન અને અંધશ્રદ્ધા જોઇને શોક થાય છે. તે દૂર કરવાને માર્ટીન લ્યૂથર જેવા સુશિક્ષિત અને ધર્મપરાયણ પાદરીની જરૂર હતી. જો કે તેણે વૈજ્ઞાનિક કાર્ય કાંઈ કર્યું ન હતું, પરંતુ ધાર્મિક વિચારની સ્વતંત્રતા સિદ્ધ કરીને, સત્યને માટે દુઃખ સહન કરવાની તત્પરતા દર્શાવીને, બુદ્ધિવાદની અને વિજ્ઞાન-વૃત્તિની સ્થાપનાને અનુકૂલ વાતાવરણ તેણે ઉત્પન્ન કર્યું હતું. અને તેથી જ મધ્યકાળના અંતે અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયના સમયની સંધ્યાના કાળમાં તેની કીર્તિ ચિરસ્થાયી રહેશે.

અર્વાચીન સમય–સામાન્ય લક્ષણો

વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

ખરું જોતાં અર્વાચીન વિજ્ઞાનની શરૂઆત અઢારમા અને ઓગણીસમા સૈકામાં થઇ ગણાય. પરંતુ તેનાં મૂળ પંદરમા સૈકામાં નંખાયાં હતાં. આપણે પ્રાચીન અને મધ્યકાલીન સમયને જુદા રાખ્યા છે; તે કાળના કરતાં જુદાં જ લક્ષણો આ અર્વાચીન સમયમાં પ્રાપ્ત થાય છે. પંદરમા સૈકા પછીના લગભગ પાંચસે વર્ષના સમયને જુદા એક જ વિભાગમાં રાખવામાં કેટલાએક પ્રકારના દોષ છે: તે છતાં તે પહેલાંના સમયથી આ સમય અનેક રીતે જુદો પડે છે. એ ભિન્નતા કેટલીએક રીતે સ્પષ્ટ છે. પ્રથમ તો ધર્મવિચારથી તત્ત્વજ્ઞાનને સ્વતંત્ર સ્થાન મળવા માંડયું; તત્ત્વજ્ઞાન સ્વતંત્ર થયા પછી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ પણ સ્વતંત્ર થઇ. પ્રાચીન સમયની સામાન્ય જાતિ–તત્ત્વની કલ્પના+ને બદલે, અને અમૂર્ત વિચારસૃષ્ટિ*ને બદલે, વધારે મૂર્ત વસ્તુઓનાં વર્ણન અને વિચારની અગત્ય સ્વીકારાવા લાગી. ઘટ અને પટના સ્વરૂપના વર્ણનમાં ઘટત્વ અને પટત્વ જેવા અમૂર્ત વિચારને બદલે ઘટને જોવાની, નીહાળવાની, નિરીક્ષણ કરવાની, તેના બાહ્યસ્વરૂપ અને બાહ્યવર્તનની નોંધ કરવાની અગત્ય વધારે તીક્ષ્ણ રીતે જણાવા લાગી. કેવલ અમૂર્ત ભાવો જ સ્થિર છે અને બાહ્યસ્વરૂપ છળ–માયા છે એ પ્રાચીન વિચાર તત્ત્વજ્ઞાનીઓને પણ ખોટા લાગવા માંડયા. ઇંદ્રિયગ્રાહ્ય વસ્તુઓની સત્યતા સાધારણ દૃષ્ટિએ પણ ખરી લાગવાથી વૈજ્ઞાનિક પ્રયોગની પદ્ધતિની વાસ્તવિકતા જણાવા લાગી. પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાન એ આ સમયની વિલક્ષણતા સૂચવે છે. તેમાં પણ છેલ્લાં પાંચસે વર્ષમાં આ વિલક્ષણતાનાં કેટલાં અને કેવાં રૂપાંતરો થયાં છે, અને તે કેવી રીતે અને કોના પ્રયત્નોથી રચાયાં છે તે જાણવું આવશ્યક છે. આ સમયના વૈજ્ઞાનિક ઇતિહાસની અગત્યતા એટલી બધી છે કે

+ universal ideas–mental concepts * abstract

તે સમયનાં સાધારણ એટલે સામાન્ય લક્ષણો અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓના ઇતિહાસનું વર્ણન એ બંનેના જુદા વિભાગ કરવા યોગ્ય લાગે છે. વિજ્ઞાનની શાખાઓના વિકાસનો વિચાર કરતાં પહેલાં આ સામાન્ય લક્ષણો અને તે સમયની પરિસ્થિતિ સમજવી જોઇએ: કારણ કે પ્રથમ તો વિજ્ઞાન માત્ર એક ગણાતું, પરંતુ અનેક પરિસ્થિતિને લીધે તેની શાખાઓ વધતી ગઇ. તે કાર્યમાં કયાં લક્ષણો કેટલા અંશે ઉપકારક હતા તે જાણવું ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ અગત્યનું છે. (૧) બારમા અને તેરમા સૈકામાં વધેલો મુસાફરીનો શોખ (૨) ઇટલી આરક્ત યુરોપનું થયેલું જ્ઞાનપુનર્જીવન (૩) છાપવાની કળાની શોધ (૪) છૂટાછવાયા વૈજ્ઞાનિકોને બદલે વૈજ્ઞાનિક સભાઓની આરક્ત અન્વેષણ કરવાની પ્રથા (૫) મનુષ્યના જ્ઞાનનાં સાધનોમાં યંત્રકળાથી થયેલી વૃદ્ધિ (૬) વિજ્ઞાનની વધતી જતી લોકપ્રિયતા (૭) અર્વાચીન વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા: એ સાત મુખ્ય લક્ષણોને લીધે અર્વાચીન વિજ્ઞાન પ્રાચીન વિજ્ઞાનથી જુદું પડે છે: અર્વાચીન વિજ્ઞાનનું વધારે સ્થૂલ સ્વરૂપ જોઇએ તે પહેલાં આ લક્ષણો સંબંધી થોડો વિચાર કરીએ.

મુસાફરીનો શોખ

યુરોપમાં મુસાફરીનો શોખ છસ્ની. બારમા શતકમાં ઘણો વધ્યો હતો. પ્રાચીન સમયના વહાણવટીઓ વેપારને માટે ઘણે દૂર સુધી જતા હતા: હિન્દ, અરબસ્તાન, મિસર, ગ્રીસ વગેરે દેશોની સાથેનો યુરોપનો વેપારનો સંબંધ દરિયામાર્ગે હતો એ વાત પ્રસિદ્ધ છે. લાંબી દરિયાઇ મુસાફરીમાં તારા, ગ્રહ, અને નક્ષત્રોને લીધે જ તેમને દિશાનું જ્ઞાન થતું હતું: પરંતુ દિવસના જ્યારે આ તારાઓ દેખાય નહિ અથવા રાત્રે વાદળાં અને ધુમસમાં તેમની સ્થિતિ જણાય નહિ ત્યારે આ મુસાફરીમાં ઘણી મુશ્કેલી નડતી. હોકાયંત્રની શોધથી આ સંબંધી મુશ્કેલી દૂર થવા પામી હતી.

હોકાયંત્ર ચીનમાં પહેલું વપરાતું હતું અને હિંદી વહાણવટીઓ પણ તેનો ઉપયોગ ઘણા પ્રાચીન સમયથી જાણતા હતા, એમ ધારવાને કારણ છે. પરંતુ યુરોપમાં આ યંત્ર લગભગ ઈ. સ. ૧૩૦૦ સુધી કોઇના જાણવામાં ન હતું. લોહચુંબક ધાતુ ખનિજમાંથી મળી આવે છે અને તેનામાં લોખંડની વસ્તુઓને આકર્ષણ કરવાની શકિત હોય છે. એ અનુભવ ઘણાને થયેલો હતો. આ ચુંબકત્વવાળા લોખંડના ટુકડા અથવા સોયને પાણીમાં તરતી રાખવામાં આવે અથવા તો એક અણીદાર ધરીઉપર ટેકાવવામાં આવે અથવા તો એક ઝીણી દોરીથી અદ્ધર ટાંગવામાં આવે તો તેનો એક છેડો ઘણું ખરું ઉત્તરદક્ષિણ દિશામાં જ રહે છે, એ વાતનો અનુભવ નેપલ્સના એક વહાણવટી ફ્લેવિયો ગિયેનાને થયો હતો. સોયની ઉપર એક જાડો કાગળ ચોડીને તેની ઉપર સોયના એક છેડાને ઉત્તરની નિશાની કરવામાં આવે તો પછી તેમાંથી બીજી દિશાઓ ફલિત થાય છે. આ પ્રમાણે દિશાનું જ્ઞાન નક્કી થયા પછી વહાણવટીઓનું કામ ઘણું સહેલું થઇ પડે છેઃ આવી રીતે સજ્જ થયા પછી ધનની લાલસાએ કોલંબસ, વાસ્કો ડી ગામા અને મેગલેન જેવા અડગ વહાણવટીઓ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરવાના પ્રયત્ન આદરી શક્યા હતા. હિન્દુસ્તાન તરફ જવાના નવા રસ્તાની શોધ કરવા જતાં કોલમ્બસને અમેરિકાની શોધ કરવાનું માન ૧૪૯૨ માં મળ્યું હતુંઃ વાસ્કો ડી ગામાએ આફ્રિકાની દક્ષિણે થઇને હિન્દ તરફ જવાનો માર્ગ ૧૪૯૭માં શોધી કહાડયો હતોઃ મેગલેનનું વહાણ ૧૫૧૯ માં પૃથ્વીની લગભગ પૂરી પ્રદક્ષિણા કરવામાં ફતેહ પામ્યું હતું. વહાણવટીઓના આ અનુભવથી સિદ્ધ થયું કે પૃથ્વી ગોળ છે. દરિયાની સપાટી પર દૂર જતાં વહાણ કેવી રીતે અદૃશ્ય થાય છે અને નજીક આવતાં વહાણ કેવી રીતે ધીમે ધીમે દૃશ્યમાન થાય છે તે જોતાં જ પૃથ્વી ગોળ હોવી જોઇએ એમ નિશ્ચય થાય છે; તેવી જ રીતે જુદા જુદા ભાગમાં નવા નવા તારા અને નક્ષત્રો જોઇને પૃથ્વી સપાટ નથી એમ ખાત્રી થાય છે, કારણ કે સપાટ જમીન ઉપર આખા

વર્ષમાં એક જાતના તારા અને નક્ષત્રો દેખાવા જોઇએ. આ વહાણવટીઓના અનુભવથી અને માર્કો પોલો અને ટ્રાવર્નિયર જેવા મુસાફરોનાં વર્ણનોથી વિદ્વાનોની ખાત્રી થવા લાગી કે આપણા વિશ્વ વિષે જાણવાનું ઘણું બાકી છે અને પ્રાચીન ગણાતા વિદ્વાનોનું જ્ઞાન સર્વાંશે સંપૂર્ણ ન હતું. આ પ્રમાણે નવા જ્ઞાનની કદર થતી ગઈ અને અંધકારનો નાશ થવાની તૈયારી બધી રીતે થવા માંડી.

ઇટલીમાં જ્ઞાનપુનર્જીવન

આજ સમયમાં સાહિત્ય, કવિતા અને પ્રાચીન પુસ્તકોના અભ્યાસ તરફ યુરોપની લગભગ બધી પ્રજાઓનું ધ્યાન ખાસ કરીને ખેંચાયું હતું. તેમાં પણ ઇટાલીના અમુક શહેરોમાં આ કામ ઘણી જ ઉત્તમ રીતે થવા લાગ્યું હતું, કારણ કે તે શહેરોમાં વહાણવટીઓ અને વિદેશી વેપારીઓ અને બીજી સાહસિક વ્યકિતઓના સમાગમમાં આવવાથી નવું જ્ઞાન મેળવવું સહેલ થઇ પડયું હતું. દેશવિદેશના વેપારથી યુરોપની સમૃદ્ધિની સ્થાપના થઇ હતી : પ્રજાને શાન્તિ અને સંપત્તિ મળવાથી ઉચ્ચજ્ઞાનની પ્રાપ્તિની અભિલાષા પ્રદીપ્ત થઇ હતી. પ્રાચીન ગ્રીસની ઉન્નતિના છેલ્લા બે સૈકામાં બીજા દેશોની સાથેના યુદ્ધમાં મેળવેલી લૂટ અને ગુલામોની મદદથી દેશને આરામ અને સ્વસ્થતા પ્રાપ્ત થઇ હતી, તેથી ગ્રીક પ્રજા સસ્કૃતિની ઉચ્ચ પરાકાષ્ઠાએ પહોંચવાને શક્તિમાન થઇ હતી, તેવી જ રીતે વેપારથી અને મુસાફરીના લાભથી ઇટલીમાં આ સમયમાં ઉચ્ચ જ્ઞાનના અંકુરો ફૂટવા લાગ્યા હતા, અને ત્યારથી આ પુનર્જીવનની શરૂઆત થઇ હતી. પ્રાચીન ગ્રીસમાં રાજકીય અવ્યવસ્થા અને બીજાં કારણોને લીધે આ પ્રગટાવેલા જ્ઞાનદીપકમાં ચારે તરફથી આહૂતિઓ પુરવામાં આવી, અને "રેનેસાં" પછીના સમયમાં આ જ્ઞાનદીપનો પ્રકાશ સતત રીતે પૃથ્વીના સર્વ દેશો ઉપર પડતો આવેલો છે. નિર્ગત્તને લીધે દેશ

વધતાં જતાં જ્ઞાનની ઉત્કંઠાને લીધે પંડિતોની કેવળ ટીકાઓ વાંચવાને બદલે પ્રાચીન લેટીન અને ગ્રીક ગ્રંથોની અસલ પ્રતોનો અભ્યાસ કરવાની પદ્ધતિ શરૂ થઇ: તેથી મધ્યકાલીન પંડિતોની બુદ્ધિરોધક પ્રવૃત્તિ તરફ શંકા અને તિરસ્કારની નજરે જોવાનું શરૂ થયું. વહાણવટીની શોધોથી, બીજા દેશોના જ્ઞાનવિનિમયથી, અને ટીકાકારોની સ્વતંત્ર રીતે અભ્યાસ કરવાની પદ્ધતિથી સાહિત્ય, કલા અને વિજ્ઞાન એ બધા વિષયોમાં યુરોપમાં નવું ચેતન પ્રાપ્ત થયું.

મુદ્રણકળા

આજ સમયમાં મુદ્રણકળાની શોધ (૧૪૬૪) તેમ જ કાગળ બનાવવાના હુન્નરની શરૂઆત થઇ. બાઇબલ પહેલીવાર જર્મનીમાં ૧૪૫૫માં છપાયું; ઇટાલીમાં પહેલું છાપખાનું ૧૪૬૫માં નીકળ્યું, અને ઇંગ્લંડમાં કેકસ્ટને ૧૪૭૪માં પહેલું છાપખાનું કાઢયું. પુસ્તકોની નકલ કરવામાં પહેલાં ઘણો જ સમય જતો અને તેથી જ્ઞાનના પ્રચારમાં ઘણી મુશ્કેલી નડતી. પરંતુ છાપવાની સગવડ થયા પછી સેંકડો પુસ્તકો છપાતાં અને વેચાતાં થયાં, પ્રાચીન ગ્રીક પુસ્તકોના અનુવાદ વાંચવાની બધાને સગવડ મળવા લાગી; તેવી જ રીતે નવી નવી શોધો અને મુસાફરીના અહેવાલ દેશપરદેશોના વિદ્વાનોને સહેલાઇથી મળવા લાગ્યા. આથી સત્ય શોધકોને અને વૈજ્ઞાનિકોને બીજા દેશોમાં શું શું કામ અને વિચાર થાય છે તે સંબંધી જ્ઞાન સહેલાઇથી થવા લાગ્યું. આ પ્રમાણે સ્થાનાંતર ધીમે ધીમે નષ્ટ થવા લાગ્યું અને યુરોપની બધી પ્રજાઓના વિદ્વાનોને એક બીજાની સાથે સંબંધમાં આવવાના પ્રસંગો અને સગવડો વધી ગયાં. હાલના જમાનામાં છાપવાની કળાની શોધ વિષે આપણને જરાયે નવીનતા ન લાગે : પરંતુ પ્રાચીન અને અર્વાચીન કાળની સંધ્યા સમયના ઇતિહાસમાં આ કળાએ કરેલા પરિવર્તનની પ્રબળ અસર વિષે અત્યુક્તિ કરવી અશક્ય છે. છાપવાની કળાને લીધે મનુષ્યના વિચારોને સ્થાયી રૂપ મળે છે અને જો કે શિલા અને ધાતુ ઉપરના લેખો જેવું દીર્ઘાયુષ્ય સાંપ્રત યુગના

મુદ્રિત પુસ્તકોનું ગણી શકાય નહિ, તે છતાં એ પુસ્તકની ઘણી નકલો થવાથી અને મુદ્રણ સસ્તું અને સહેલું થવાથી સારાં પુસ્તકો, શુભ વિચારો, અને નવી શોધોનો નાશ થવો અશક્ય છે. ધારો કે ભૂકંપથી યુરોપ જેવો આખો પ્રદેશ દરિયા નીચે ગરક થઇ જાય, તો પણ અર્વાચીન સંસ્કૃતિનો નાશ થઈ શકે તેમ નથી. શેક્સપિયર કે મીલ્ટન, ટેનીસન કે ટાગોર, ન્યૂટન કે કેલ્વીન, ડાર્વિન કે બેાસનાં પ્રતિભાશાળી પુસ્તકો અમેરિકા, આફ્રિકા કે ખંડેખંડ અને દેશેદેશમાં સારી સંખ્યામાં મળી આવશે.

વૈજ્ઞાનિક સભાઓની સ્થાપના

છાપખાનાની શોધની સાથે અને છાપેલાં પુસ્તકોના પ્રચારની સાથે વિજ્ઞાનના અભ્યાસને માટે અનુકૂલતા પ્રાપ્ત કરી આપવામાં દરેક યુરોપીય દેશમાં થયેલી વિજ્ઞાન-પરિષદની સ્થાપના ઘણી રીતે સહાયભૂત થઇ હતી. 'કુદરતનાં ગુપ્ત સત્યો શોધવાની પ્રથમ સભા' નેપલ્સમાં ૧૫૬૦માં સ્થપાઇ હતી, ત્યાર પછી ફ્લોરેન્સમાં ૧૬૫૧માં એકેડેમી સ્થપાઈ. ઇંગ્લંડમાં પણ ૧૬૪૫ની સાલથી એક સભા લંડનમાં મળવા લાગી હતી; ૧૬૪૮માં યુદ્ધ અને વિગ્રહના સમયમાં સભાસદો ઑક્સફર્ડ જઇ ને રહેવાથી તેઓ ત્યાં મળતા; પરંતુ ૧૬૬૦માં ફરીથી લંડનમાં મળવા લાગ્યા. ત્યાર પછી ૧૬૬૨માં તે સભાને રાજાના ખાસ ફરમાનથી 'રોયલ સોસાઇટી ઑફ લંડન-ફોર પ્રમોટીંગ નેચરલ નૉલેજ' ના નામથી રજીસ્ટર કરવામાં આવી. વૈજ્ઞાનિક કાર્યમાં આ સોસાઇટી અને તેના સભાસદો પોતાની કીર્તિ એટલી ઉજ્જ્વલ અને પ્રદીપ્ત રાખી શકયા છે કે તેના સભાસદ થવાનું માન લેવું અને એફ. આર. એસ.ની પદવી પ્રાપ્ત કરવી એ વજ્ઞાનિકોની ઉચ્ચતમ અભિલાષાઓમાંની એક હોય છે. ફ્રાન્સમાં પણ ૧૬૬૬માં તેવી જ વિજ્ઞાનપરિષદ રાજા ચૌદમા લુઇએ સ્થાપી હતી; આ 'ફ્રેન્ચ એકેડેમી 'ની કીર્તિ પણ ઓછી નથી. જર્મની

* charter

અને બીજા દેશોમાં પણ આવી વિજ્ઞાનપરિષદો ધીમે ધીમે સ્થપાઇ હતી. આવી પરિષદો અને સભાઓ વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાય, અને વિચારની સ્પષ્ટતા અને એકતાની સિદ્ધિમાં અનેક રીતે ઉપકારક થઇ પડતી આ સભાઓની સ્થાપના પછી જ વિજ્ઞાનના વિકાસની ગતિ એકદમ વધી હતી અને તેમ થવામાં તેમનું કાર્ય નાનું ન હતું, કારણ કે જ્યાં ખાસ કરીને જૂના મતની વિરુદ્ધ નવું કાંઇક કહેવાનું હોય તેવા પ્રત્યેક પ્રસંગે એક વ્યકિતના કરતાં સમસ્ત સભાનું વજન વધારે પડે તેમાં આશ્ચર્ય નહિ. બ્રુનો, રોજર બેકન, કે ગેલીલિયો જેવાના અંગત અભિપ્રાયો માટે તેમને પજવવામાં આવે પરંતુ આ અભિપ્રાયો એક વિદ્વાનમંડળ તરફથી દર્શાવવામાં આવે તો તે મંડળના બધા સભ્યોને પજવવાનું કે શિક્ષા કરવાનું અશકય જ થાય. આ રીતે વૈજ્ઞાનિક સભાઓની સ્થાપના વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં ઘણી રીતે લાભકારક થઇ પડી હતી.

યાંત્રિક સાધનો અને સૈદ્ધાન્તિક વિજ્ઞાન

યુરોપમાં સોળમા, સત્તરમા અને અઢારમા સૈકામાં વૈજ્ઞાનિકો ફકત નરી આંખે અને સાદા નિરીક્ષણથી અનુભવી શકાય એવી જ ઘટનાનો અભ્યાસ કરી શકતા. ખગોલવિદ્યામાં પહેલું તો ઘણું ખરું કામ નરી આંખે અને વગર દૂરબીને કરવામાં આવ્યું હતું. કોપરનીકસના ખગોળસિદ્ધાન્તની સાબિતીમાં દૂરબીનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો નહોતો; કેપ્લર અને ન્યૂટને પણ દૂરબીનના ઉપયોગના કરતાં ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી તારાઓ અને ગ્રહોની ગતિ અને માર્ગ નિર્ણીત કર્યો હતો. તે સમયમાં મનુષ્યના સાધારણ અનુભવથી વસ્તુઓ અને ઘટનાની સમજુતીમાં જ વિજ્ઞાનનું કાર્ય સમાપ્ત થતું હતું. પરંતુ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર, દૂરબીન અને તેમાંથી દેખાતાં દશ્યોની છબી પાડી લેવાની કળાથી, તેમ જ બીજી અનેક પ્રકારનાં યાંત્રિક શકિતઓના જ્ઞાનથી મનુષ્યનું કુદરત અને પ્રકૃતિનું જ્ઞાન હજારો રીતે વધતું ગયું છે. સ્ટીમ એંજીન (વરાળથી ચાલતું યંત્ર)

—અને બીજા અનેક યંત્રોની શોધથી જે ઔદ્યોગિક પરિવર્તન યુરોપમાં અનુભવાયું છે અને વિદ્યુતની ઘટનાના જ્ઞાનથી વીજળીના ટેલીગ્રાફ, ટેલીફોન, ચાલકયંત્રો, અને તાર વગર સંદેશા મોકલવાની પદ્ધતિ વગેરેથી મનુષ્યને જે આરામ અને સત્તા મળી શકી છે તેની કિંમત આંકવી સહેલી નથી. વિજ્ઞાનનાં આ પરાક્રમો ઔપપત્તિક કહેવાય અટલે કે વિજ્ઞાનનાં પરિણામો ઉપરથી અપરોક્ષ રીતે લાભ થયેલો ગણાય, તેના વર્ણન માટે આપણે વધુ રોકાઈ શકીએ તેમ નથી પરંતુ એટલું તો કહેવું જોઇએ કે યંત્રકળાની આ શોધોની સાથે આપણું સૈદ્ધાન્તિક જ્ઞાન પણ વધતું જાય છે. દૂરબીનોથી તારા અને ગ્રહોની ગતિ સુનિશ્ચિત થઇ છે, તેમનાં બાહ્યરૂપ અને આંતર રચના માટે પણ કલ્પનાને બદલે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અનુભવની ચોક્કસ હકીકતો પ્રાપ્ત કરવામાં આવાં યંત્રો ઘણા ઉપયોગી થઇ પડયાં છે. અણુઓની રચનાના નિશ્ચયમાં પણ આવી યાન્ત્રિક યુક્તિઓ ઘણી ઉપયોગી થઇ પડે છે. વનસ્પતીઓની વૃદ્ધિ માપનાર ઘણા જ બારીક વર્ધનલેખનયંત્રથીx સર જગદીશચંદ્ર બોસે વનસ્પતિની રચના, વૃદ્ધિ અને ઉત્પત્તિ વિષે નવો જ પ્રકાશ પાડયો હતો.

વિજ્ઞાનની લોકપ્રિયતા

નવા યુગમાં યાંત્રિક શક્તિના પરાક્રમોને લીધે વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા સાધારણ મનુષ્યની નજરમાં વધી ગઇ છે. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની એક વિલક્ષણતા તેની લોકપ્રિયતા છે વિજ્ઞાનના પ્રચારની સાથે સાધારણ જનસમાજ પણ વિજ્ઞાનની કિંમત અમુક અંશે સમજવા લાગ્યો ન્યૂટન, બેકન, ગેલીલિયો, ડ વીન્સી, હાર્વે વગેરે વૈજ્ઞાનિકો તેમનાં પુસ્તકો લેટીનમાં લખતા અને તેથી તેમના મંડળ સિવાય સાધારણ પ્રજા આ પુસ્તકથી અજ્ઞાન રહેતી, તેમ કરવાના બે કારણો હતાં એક તો યુરોપના જુદા જુદા વિભાગોના વિદ્વાનોની સામાન્ય ભાષા લેટીન હતી, અને બીજુ, સાધારણ જનસમાજમાં પ્રચલિત મતોથી વિરુદ્ધ વિચારો સ્વભાષામાં દર્શાવવામાં ધર્માંધ

x crescograph

અધિકારીઓના જૂલમનો ભય રહેતો અને વૈજ્ઞનિક અભિપ્રાયની સ્વતંત્રતા સાચવવી મુશ્કેલ થઇ પડતી. પરંતુ એકવાર વિજ્ઞાનના પરાક્રમોની પિછાન થયા પછી જનસમાજ વિજ્ઞાન તરફ ખેંચાવા લાગ્યો, અને ધર્મને બહાને વિજ્ઞાનના પૂજકોને શિક્ષા કરવાનો વિચાર માત્ર અયોગ્ય ગણાયો. દરેક દેશમાં સ્થપાયેલી વિજ્ઞાનની મંડળીઓને લીધે, અને તેમના વિવેચનો પ્રસિદ્ધ રીતે છપાવાથી, સમાજને પણ વિજ્ઞાન સહજ જાણવાનાં અને સમજવાનાં સાધનો વધતાં ગયાં. ઓગણીસમા શતકમાં ઔદ્યોગિક પરિવર્તનને પરિણામે, ઇંગ્લંડમાં ઉદ્યોગો અને ધનસંપત્તિની વૃદ્ધિ થઈ હતી; પરંતુ તેની સાથે મજુરોમાં કષ્ટ, રોગ, અને બીજી અનેક સામાજિક મુશ્કેલીઓ ઊભી થઈ હતી. તે મુશ્કેલીઓ દૂર કરવાને માટે પણ વિજ્ઞાનની જરૂર ઊભી થઇ હતી. આરોગ્યવિદ્યા, સમાજવિદ્યા, ગણનાશાસ્ત્ર, સુપ્રજનનવિદ્યા વગેરે શાખાઓની મારફત યુરોપમાં મજૂરવર્ગ પણ વિજ્ઞાનમાં રસ લેતો થયો. રૉસ્કો, હક્સ્લી, ટીન્ડલ ફૅરેડે, જેવા સમર્થ વૈજ્ઞાનિકોની રસિક વાણીથી તેમનાં ભાષણો મારફત વિજ્ઞાન ઘણું લોકપ્રિય થયું છે. આ લોકપ્રિયતાથી બે પ્રકારના લાભ થાય છે. એક તો વિદ્વાનો અને સામાન્ય પ્રજા વચ્ચેના રોજના વ્યવહારની આવશ્યકતાથી વિદ્વાનોને ભાષા અને વિચારની સરળતા પ્રાપ્ત કરવી પડે છે. બીજું જનસમાજના ઉત્તેજનથી વિજ્ઞાનની પ્રગતિને આવશ્યક પ્રેરક બળ, અને સાધન પ્રાપ્ત થાય છે.

વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા

વિજ્ઞાનમાં ઔપપત્તિક પરિણામોમાં વ્યવહારનાં સાધનની સરળતા મુખ્ય છે; તેને લીધે દેશ, કાળ, અંતર, અને ભાષાના અંતરાયો દૂર થયા છે અને વિજ્ઞાનની એકતા અને સર્વતોમુખતા ઉપરાંત વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા સિદ્ધ થઇ છે, પ્રાચીન સમયમાં ખાલ્ડિયા, મિસર, ચીન કે હિન્દના વૈજ્ઞાનિકોના દરેકના અભિપ્રાયો અને સિદ્ધાંતો જુદા હતા, પરંતુ હવે વિજ્ઞાનના નિર્ણયો અને સિદ્ધાંતો દરેક દેશમાં

એક જ રીતે એક જ રૂપમાં સ્વીકારાય છે, અને તે પણ ઘણા જ ટૂંકા સમયમાં. એક નવા તારાની, પ્રાણીની કે વનસ્પતિની શોધ, અથવા તો નવા રાસાયનિક તત્ત્વની શોધ અથવા ભૌતિકવિજ્ઞાનના એક નવા નિયમની શોધ થોડા જ સમયમાં પૃથ્વી ઉપર બધી પ્રજાઓમાં પ્રસિદ્ધ થાય છે. રેડિયમની શોધ, અને એ નવા તત્ત્વમાંથી હીલિયમ અને ત્રાંબુ વગેરે બીજાં તત્ત્વોની ઉત્પત્તિની શોધ સ્વીકારાતાં નહિ જેવો જ સમય લાગ્યો હતો. વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિની પ્રણાલિકા અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિની પ્રતિષ્ઠા એવી સારી રીતે જામી છે કે સત્ય કે ટીંગ જરાયે ટકી શકતો નથી. આમ હોવાથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણોના સ્વીકારમાં દેશ કે પ્રજાના રંગના ભેદને સ્થાન રહેતું નથી. દક્ષિણ આફ્રિકાના અંધ રાજકારણમાં હિન્દને સરખા હક ન મળે, પણ હિંદી વૈજ્ઞાનિકો તો હવે આખી પૃથ્વીની પ્રજાઓમાં માન પામતા થઇ ગયા છે. આંતરરાષ્ટ્રીય સભાઓમાં હવે હિંદના વૈજ્ઞાનિકોને પૂરતું માન અને ઉચ્ચ સ્થાન મળે છે, અને તેમાં દિનપ્રતિદિન વૃદ્ધિ થતી જાય છે.



રચના વગેરે વિષયોમાં પણ લિયોનાર્ડોએ પોતાની પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનાં ફ્લોનો સ્વાદ ચાખ્યો હતો. કીમિયો, જાદુ અને જ્યોતિષની વિરુદ્ધ તેણે ઘણું લખ્યું હતું. સૃષ્ટિનું નિયમન અમુક નિયમસર થાય છે તે વિષે તેણે ખાત્રીપૂર્વક વિચારો દર્શાવ્યા હતા. લિયોનાર્ડો પોતાની અંગત મૈત્રી, રાજદરબાર અને સમાજમાં પ્રતિષ્ઠા વગેરે કારણોને લીધે પોતાનાં જીવતાં જ વૈજ્ઞાનિક તરીકે સારું માન પામ્યો હતો.

કોપરનીકસ

લિયોનાર્ડોની માફક તેનો સમકાલીન ખગોલવેત્તા નિકોલસ કોપરનીકસ (૧૪૭૩–૧૫૪૩) તે સમયની ધર્માંધતાથી બચી જવા પામ્યો હતો. તેણે ટૉલેમીના પ્રાચીન સિદ્ધાન્તથી વિરુદ્ધ જઇને પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ સિધ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો. પોપ તરફથી સહિષ્ણુના અને કાંઇક સહાનુભૂતિ મળ્યા પછી તેનું પુસ્તક છપાવવાની રજા મળી, તે પણ લગભગ તેના મૃત્યુ સમયે જ. પરંતુ ઇશ્વરે મનુષ્યને માટે ખાસ બનાવેલી પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે એ વિચાર જ બાઇબલ વિરુદ્ધ અને મનુષ્યની માનદષ્ટિને હાનિકારક લાગતો હતો। તેથી પોપરાજ્યમાં ફરી ધર્માંધતાનો પ્રચાર થતાં ૧૬૧૬ માં આ પુસ્તકનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો અને તેના 'સિધ્ધાન્તો બાઇબલ વિરુદ્ધ અને ખોટા છે' એવું ખાસ ફરમાન પણ કાઢવામાં આવ્યું. આ નિષેધ લગભગ ૨૦૦ વર્ષ સુધી રહ્યો, અને ઇ. સ; ૧૮૨૨ સુધી કોપરનીકસનો સિદ્ધાન્ત પોપને અને રોમન કૅથૉલીક પંથીઓને અસ્વીકાર્ય હતો. પૃથ્વી સૂર્યમંડળનું મધ્યબિંદુ નથી. પરંતુ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત દર્શાવવાને માટે ૧૬૦૦ માં બ્રુનોને જીવતો બાળી મૂકવામાં આવ્યો હતો. ગેલીલિયો (૧૫૬૪–૧૬૮૨) પાસે પણ આવા જ ગુનાઓ માટે બળાત્કારથી માફી મંગાવવામાં આવી હતી. ગેલીલિયોનો* બીજો અપરાધ એ હતો કે તેણે પદાર્થોની પતનગતિ વિષે

*ગેલીલિયો અને બ્રુનોના સત્ય માટેના આગ્રહ વિષે જુઓ પ્રકરણ બીજું.

એરિસ્ટોટલની વિરુધ્ધ મત દર્શાવ્યો હતો; તે ઉપરાંત, પીસાના ટાવર ઉપરથી હલકી અને ભારે વસ્તુ એક જ સાથે નીચે પડે છે એ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી એરિસ્ટોટલને ખોટો પાડવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો। તેના શત્રુઓએ તેને છેવટ સુધી છોડયો નહિ અને તેના જીવનનો અંતકાળ અંધાપામાં અને ગરીબાઇમાં કાઢવો પડયો હતો.

કેપ્લર

આ પ્રમાણે અનેક રીતે ત્રાસ પામવા છતાં પણ વિજ્ઞાનના પ્રથમ ભકતો પોતાના કર્તવ્યમાંથી ચલિત થતા નહોતા. ટાઇકો-બ્રાહી અને તેના શિષ્ય કેપ્લર (૧૫૭૧-૧૬૩૦)ને આ ત્રાસથી એક ગામથી બીજે ગામ ભટકવું પડતું. આખરે બોહીમિયાના રાજાના આશ્રયથી આ ત્રાસ કંઇક ઓછો થયો હતો. ખગોલવિદ્યાના ઇતિહાસમાં ટાઇકો, કેપ્લર અને ગેલીલિયો એ ત્રિપુટીનાં નામ અમર રહેશે. તેમનો સ્વભાવ અને તેમનું જીવનકાર્ય ભિન્ન ભિન્ન પ્રકારનું હોવા છતાં તેમણે ખગોલવિદ્યાના જ્ઞાનમાં અજબ રીતે વૃદ્ધિ કરી છે. ટાઇકોનું નામ શુષ્ક અને નીરસ હતું. આકાશનું રાત્રિદિવસ નિરીક્ષણ કરીને ખગોળ વિષેની બધી હકીકતો અને તથ્યો એકઠાં કરીને નોંધી રાખવાનું કામ ઘણાને કંટાળાભરેલું લાગે. પરંતુ આ પ્રમાણે બધી વિગતો એકઠી થઇ ન હોત તો તથ્યો અને સાધનો વિના કેપ્લરના પ્રસિદ્ધ નિયમોની શોધ થઇ શકત નહિ. ગેલીલિયો પણ ઉમંગી અને ઉત્સાહી નિરીક્ષક હતો. આકાશ અને ખગોળના સૌન્દર્યનો એ પરમ પૂજક અને ભકત હતો, અને આ સૌન્દર્ય-નિરીક્ષણનો લાભ સાદી ભાષામાં લોકોને સમજાવવામાં આનંદ લેતો. કોપરનીકસનો સૂર્યમધ્યવાદ ખરો છે અને પૃથ્વી સૂર્યની પરિક્રમા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત તેણે એવી સરળતા અને સ્પષ્ટતાથી સમજાવ્યો હતો કે સાધારણ મનુષ્ય પણ પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણથી પોતાની ખાત્રી કરી શકે. તેનાથી કેપ્લરનું કામ જુદા પ્રકારનું હતું. તે ગણિતશાસ્ત્રી હતો અને પોતાની બુદ્ધિ અને વિચાર-શકિતથી જ પોતાના ગુરુ ટાઇકોએ મેળવેલાં તથ્યો ઉપરથી ત્રણ

નિયમો તારવીને તેમનું સમર્થ રીતે પ્રતિપાદન કર્યું હતું. (૧) ગ્રહોની કક્ષા સાધારણ માન્યતા પ્રમાણે ગોળ એટલે વર્તુલાકાર નથી પરંતુ લંબવર્તુલાકાર* હોય છે. (૨) ગ્રહો સૂર્યની સમીપ હોય ત્યારે તેમની ગતિ વધારે ત્વરિત થાય છે અને સૂર્યથી દૂર હોય છે ત્યારે ગતિ ધીરી પડે છે. (૩) ગ્રહની ગતિનો વેગ તેમની અને સૂર્યની વચ્ચેના અંતરની ઉપર આધાર રાખે છે. આ છેલ્લો નિયમ શોધતાં અને તેને ગણિતથી સિદ્ધ કરતાં કૅપ્લરને વર્ષો સુધી મહેનત કરવી પડી હતી અને જ્યારે આ સિદ્ધાંતનું પ્રમાણ તેને સૂઝ્યું, અને બીજા અનેક પ્રયત્નો નિષ્ફળ થયા પછી આ મત્ન સિદ્ધ થયો અને એ સ્વપ્ન જ છે એમ તેણે કેટલાએક સમય સુધી માન્યું હતું. કૅપ્લરે, ટાઈકો અને ગૅલીલિયોના નિરીક્ષણની નોંધ ઉપરથી તર્કબુદ્ધિ અને ગણિતચાતુર્ય વાપરીને નિયમોનું સંશોધન અને સ્થાપન કર્યું હતું. આ નિયમો ખરા છે એવી તેની ખાત્રી થઈ હતી પરંતુ શા કારણથી તે ખરા પડે છે અને તેનું મૂળ કારણ શું છે તે શોધવાનું માન પચાસ વર્ષ પછી સર આઇઝેક ન્યૂટન નામના પ્રતિભાશાળી અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકને જ ઘટે છે.

બેકન અને ડ કાર્ટીઝ

લૉર્ડ બેકન (૧૫૬૧–૧૬૨૬)નામના અંગ્રેજ વિદ્વાને વિજ્ઞાનની અભ્યાસ પદ્ધતિ સંબંધી નવો પ્રકાશ પાડયો હતોઃ અનુભવસિદ્ધ પ્રત્યક્ષ જ્ઞાન ખરું છે, અને નિયમો સિદ્ધ કરતાં પહેલાં તે વિષયની સઘળી વિગતો–તથ્યો એકઠાં કરવાની આવશ્યકતા વિષે તેણે ખાસ ધ્યાન ખેંચ્યું હતું. ડ કાર્ટીઝ (૧૫૯૬) નામના ફ્રેંચ તત્ત્વવેત્તાએ તે સમયમાં પ્રત્યક્ષ અનુભવથી સત્ય જાણવાની અને શબ્દપ્રમાણને ન માનવાની નવી પ્રણાલિકા શરૂ કરી હતી. આપણા જ્ઞાનમાં કોઇ પણ અપૂર્ણતા હોય અથવા અનુમાનશૃંખલામાં કાંઇ પણ વિષમતા લાગતી હોય તો તે સમયે 'હું જાણું છું' તે કહેવાને બદલે 'આ સંબંધી મારી ખાત્રી નથી' એ કહેવાની

* Ellipse

જરૂર છે. આ બંને તત્ત્વવેત્તાઓએ વિજ્ઞાનમાં ખાસ નવી શોધ કરી ન હતી; પરંતુ પ્રાચીન અને પ્રચલિત જ્ઞાનને તપાસીને અને તેમાંથી સત્યસંશોધનની વાસ્તવિક પદ્ધતિનું પ્રતિપાદન કરીને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં તેઓ પોતાની કીર્તિ સ્થાપી ગયા છે.

ન્યૂટન

જે વર્ષમાં ગેલીલિયો મરણ પામ્યો તે જ વર્ષમાં ન્યૂટન (૧૬૪૨–૧૭૨૭)નો જન્મ ઇંગ્લાંડના એક નાના ગામડામાં થયો હતો. નાનપણથી તેનો બાંધો નાજુક હતો, અને તેથી નિશાળમાં તે આળસુ અને બેદરકાર રહેતો તે છતાં પણ તેના ઉપર કોઇ ધ્યાન કરતું નહિ. રમવાના વખતમાં નાનાં યાંત્રિક રમકડાં બનાવવાનો તેને શોખ હતો અને પાણીની ઘડિયાળ, ઉંદર ચલાવી શકે તેવી નાની ઘંટી, બેસનાર માણસ ચલાવી શકે તેવી ગાડી, વગેરે યાંત્રિક કળવાળાં રમકડાં બનાવ્યાં હતાં. પંદર વર્ષની ઉંમરે તેને ઘરના ખેતરની વ્યવસ્થા કરવા માટે મોકલવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ તે સમયે તેનું ચિત્ત ભણવામાં હોવાથી તેને ફરીથી શાળા અને કૉલેજમાં મોકલવામાં આવ્યો. તેના પાઠશાળાના અભ્યાસક્રમના અંતે તેણે પોતાના નામથી પ્રસિદ્ધ થયેલી ત્રણ મોટી શોધો સંબંધી વિચાર કરવાનું શરૂ કર્યું હતું. ગણિતવિદ્યામાં ચલનકલનની પદ્ધતિ તેણે ૧૬૬૬માં શોધી કાઢી હતી; પ્રકાશનું વિભાજન* થવાથી સૂર્યના શ્વેત પ્રકાશમાંથી સપ્તરંગપટ દેખાય છે તે બતાવીને અને એક ગોળ પાના ઉપર સાત રંગ સાથે સાથે લગાડીને તે ફેરવવાથી તેમાંથી શ્વેત રંગ પાછો ઉત્પન્ન થાય છે તે દેખાડીને તેણે પ્રકાશના સ્વરૂપ સંબંધી સંશોધનની શરૂઆત કરી હતી; તેવી જ રીતે નાદ+ હવામાં કેવી રીતે પ્રસરે છે તથા તેનાં આંદોલન કેવી રીતે

* Dispersion + Sound

ઉત્પન્ન થાય છે અને ગતિમાન થાય છે તે સંબંધી પ્રયોગો કરી ગતિના માપનની પદ્ધતિ તેણે બતાવી હતી. પરંતુ તેનું સૌથી મોટું કાર્ય તો ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમના સંશોધનનું હતું.

ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમની શોધ

ચંદ્ર પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા, અને પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો સૂર્યની પ્રદક્ષિણા શા કારણથી કરે છે તે પ્રશ્નના સંબંધી ન્યૂટને ઘણાં વર્ષ સુધી વિચાર કર્યો હતો. આપણે સાધારણ રીતે એક પથ્થર અથવા દડો ગબડાવીએ તો તે ઘણુંખરું સીધી દિશામાં જ જાય છે અને છેવટે જમીન સાથે અથડાઇને તેની ગતિ બંધ થાય છે. પરંતુ આ ગ્રહો સીધા એક જ દિશામાં જવાને બદલે સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કેમ કરે છે ? એક વખત ન્યૂટન પોતાના બાગમાં બેઠો હતો ત્યાં ઝાડ ઉપરથી એક ફળ નીચે પડતું જોઇને તેને આ પ્રશ્નનો ઉત્તર મળ્યો હતો એ દંતકથાની સત્યતા વિષે હવે શંકા લેવાય છે. પરંતુ જેવી પૃથ્વી એક પડતા ફળ ઉપર આકર્ષણ કરે છે તેવી જ રીતે સૂર્ય બીજા ગ્રહો ઉપર આકર્ષણ કરે અને તેથી જ તે બધાની ગતિ વર્તુલ અથવા બીજા અમુક આકારમાં જ થાય છે એ અનુમાન ફલિત થાય એમાં કાંઇ નવાઇ નથી. એક દોરીને છેડે દડો બાંધીને ફેરવવાથી જેમ તે દડો ગોળ પ્રદક્ષિણા કરે છે તેમ બધા ગ્રહો સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ અનુમાન સહેલ છે. પરંતુ વિજ્ઞાનમાં આવાં ખાલી અનુમાનો અથવા તર્કો કામમાં આવી શકે તેમ નથી; અને તેથી પૃથ્વી અને ચંદ્ર, અને પૃથ્વી અને સૂર્ય એ બે વચ્ચેનું ગુરુત્વાકર્ષણ માપી શકાય અથવા તો તેની ગણત્રી કરી શકાય તો જ તે સિદ્ધાન્ત સપ્રમાણ ગણી શકાય. તે વખતે પૃથ્વીના કદની ગણત્રીમાં ભુલ હોવાને લીધે ન્યૂટનની ગણત્રી ખોટી પડી અને ચંદ્રની ગતિ તેની ગણત્રી કરતાં ઓછી હતી. જો કે આ ફેર ઘણો ન હતો અને ન્યૂટનને પોતાના સિદ્ધાંતની મનમાં ખાત્રી હતી તે છતાં પણ તે વિષે તેણે કોઇને કહ્યું નહિ. પરંતુ તેની ગણત્રીનાં કાગળિયાં

સાચવીને રાખી મૂક્યાં, સોળ વર્ષ પછી એક વખતે રોયલ સોસાઇટી-ની એક સભા વખતે પૃથ્વીના કદની ખરી માપણી નવેસર થઇ છે અને તેથી પૃથ્વીનું કદ ખરી રીતે ધારવા કરતા વધારે મોટુ છે એવું તેણે સાંભળ્યું. તે સાંભળતાંની સાથે જ તેની જૂની ગણત્રી યાદ આવી અને તેથી તેને ખરો જવાબ મળશે એમ ધારીને તરત જ ઘેર જઇને પૃથ્વીના કદનો નવો આંક લઇને પોતાની ગણત્રી ફરીથી કરવા માંડી. આ ગણત્રી ચંદ્રની ખરી ગતિની સાથે મળતી આવે છે અને તેથી પોતાનો ગુરુત્વાકર્ષણનો સિદ્ધાંત ખરો પડે છે એ વિચારથી તે એટલો બધો પ્રોત્સાહિત અને આનંદિત થઇ ગયો કે બાકીની ગણત્રી પૂરી કરી શક્યો નહિ અને તેને માટે તેને બીજા મિત્રની મદદ લેવી પડી. આ નિયમ અત્યારે આપણને એટલો બધો સ્પષ્ટ અને સરલ લાગે છે કે તેને સિદ્ધ કરવામાં પડેલી મહેનતનો આપણને ખ્યાલ માત્ર પણ આવી શકતો નથી. ૧૬૮૭માં જ્યારે આ બધી ગણત્રી સાથે ન્યૂટનની શોધ બહાર પડી ત્યારે આખી દુનિયાના વિદ્વાનોમાંથી ભાગ્યે જ આઠ માણસો તેને સમજવાને શક્તિમાન હતા. આ નિયમથી ફલિત થતા બીજા અનેક સિદ્ધાન્તો અને ઉપસિદ્ધાંતો ઘણા જ ઉપયોગી છે, પરંતુ તે સબંધી લંબાણથી વિવેચન કરવું અસ્થાને છે.

ન્યૂટની જિંદગીનું બીજું બધું કાર્ય આ શોધ આગળ ઓછું દેખાય છે. પરતુ તેની વિજ્ઞાનપ્રીતિ, કામ કરવાની ધીરજ અને ખંત, અને ખરા સત્યભક્તને છાજે તેવા બીજા અનેક લક્ષણોથી એનું જીવન અલંકૃત હતું. વર્ષો સુધીની મહેનતના કાગળિયાં ઉપર સળગતી મીણબત્તી પાડી નાખીને તેને ભસ્મ કરનાર પોતાના કૂતરા ઉપર ગુસ્સાને બદલે "ડાયમંડ! ડાયમંડ! તેં શું નુકશાન કર્યું છે તેનો તને જરાયે ખ્યાલ નથી". એટલા જ શબ્દો બોલીને માફી આપનારનાં ધૈર્ય અને શાંતિ માટે શું કહેવું? તે ૮૫ વર્ષની વૃદ્ધ વયે અવસાન પામ્યો તે સમયે પ્રજામાં,

રાજદરબારમાં, અને વૈજ્ઞાનિકોમાં માનથી પૂજાતો હતો; તે છતાં તેની નમ્રતા કેટલી બધી હતી તે વિષે પહેલાં ઉલ્લેખ કર્યો છે.

નેપ્ચ્યુનની શોધ

ન્યૂટને સૈદ્ધાન્તિક ખગોલવિદ્યાની સ્થાપના કરીને તારા અને ગ્રહોની ગતિની કૂંચીરૂપ ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ બતાવ્યો હતો. ત્યારપછી પણ લ ગ્રાન્જ અને લ પ્લાસે આ સિદ્ધાન્તને ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી વધુ ખીલવીને જેમની ગતિ સમજી શકાય એવી નહોતી તેવા ગ્રહોની અનિયમિત ગતિ પણ સમજાવીને ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ વધુ સબળ રીતે પ્રતિપાદન કર્યો હતો. આ ગણિતવેત્તાઓની મદદથી ખગોલવિદ્યા એક ચોક્કસ વિજ્ઞાન લેખાવા લાગ્યું, અને ચોકસાઇ અને નિયમ વિરુદ્ધ કાંઇ પણ ઘટના જોવામાં આવે તો તેનું કેાઇ અદૃશ્ય કારણ શોધવાની પણ હિંમત આવી. નેપ્ચ્યુન નામના નવા ગ્રહની શોધ (૧૮૪૬) એ અર્વાચીન ખગોલવિદ્યાના પરાક્રમની પ્રસાદી છે. યુરેનસ ગ્રહની શોધ (૧૭૮૧) પોતાના નવા દૂરબીન વતી હર્શલે કરી હતી તે શોધને માટે તેને રાજા તરફથી ઘર અને પેન્શન મળ્યાં હતાં. પ્રાચીન સમયમાં યુરેનસ (ગ્રહ નથી પણ) તારો છે એમ મનાતું હતું; અને તેની ગતિની જૂની નોંધ મળી આવતાં જ તેની કક્ષા બાંધવામાં આવી. આ કક્ષા આગળપાછળના બીજા તારા અને ગ્રહોના આકર્ષણની ગણત્રી લેવા છતાં પણ અનિયમિત દેખાઇ. તેથી એમ લાગ્યું કે કયાં તો પહેલાંના ખગોલવેત્તાઓની નોંધ ખોટી હતી અથવા તો કોઇ અદૃશ્ય અને અજ્ઞાન ગ્રહ અથવા તારાના આકર્ષણને લીધે તેની કક્ષા આટલી બધી અનિયમિત થતી હતી. આ પ્રશ્ન પર એક અંગ્રેજ એડમ્સ અને એક ફ્રેન્ચ લ વેરિયર એમ બે ગણિતશાસ્ત્રીઓ સ્વતંત્ર રીતે કામ કરતા હતા. પહેલાં તો સૂર્ય અને બધા ગ્રહોના આકર્ષણની ગણત્રી કરીને તેમની ગતિની સાથે યુરેનસની ગતિની જુદા જુદા સ્થાને કેવી અને કેટલી અસર થાય તે ગણવાનું

જાતું; પછી યુરેનસની નિરીક્ષિત કક્ષામાંથી કેટલું વિપથગમન થાય છે તે ગણીને તેને આકર્ષનાર નવો ગ્રહ કેટલો દૂર હોવો જોઈએ તેની ગણત્રી કરવાની હતી. બન્ને ગણિતશાસ્ત્રીઓએ સ્વતંત્ર રીતે કરેલી ગણત્રી લગભગ સરખી આવી અને તેથી તે જગ્યાએ શોધ કરવાને ખગોલવેત્તાઓને વિનંતી કરવામાં આવી. દૂરબીનથી તે નિર્ણીત સ્થાને બારીકાઇથી જોવાથી આ ગ્રહના પહેલીવાર દર્શન થયાં અને તેનું નામ નેપ્ચ્યુન પાડવામાં આવ્યું. આ શોધથી ખગોલવેત્તાઓને ઘણો આનંદ થયો. કારણ કે ખગોલવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા સુસ્થાપિત થઇ. પોતાના ઘરમાં બેસીને યુરેનસની ગતિની કાંઈક અનિયમિતતા ઉપરથી ફક્ત ગણત્રી કરીને હજારો માઇલો દૂર આવેલા અજ્ઞાત અને અદૃશ્ય ગ્રહની શોધ કરવી એ ખગોલવિદ્યાની ચોકસાઈની નાની નિશાની નથી. આ શોધથી ખગોલવિદ્યાની મહત્તા અને વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા એ બન્નેની સ્થાપના થવા ઉપરાંત ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમનું સબળ સમર્થન થયું ગણાય. કારણ કે ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણની કલ્પનાના સિદ્ધાન્તનું રહસ્ય સમજાવનાર નિયમની વધારે સચોટ રીતે સાબિતી મળવી મુશ્કેલ છે. સૂર્યમંડળમાંનો દરેકે દરેક અણુ એકબીજાને આકર્ષે છે અને આ આકર્ષબળ તેમની માત્રાના ગુણકના પ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના ઊલટા પ્રમાણમાં હોય છે, એ ન્યૂટનનો સાદો નિયમ નેપ્ચ્યુનની શોધથી સુસિદ્ધ થયો.

આઇન્સ્ટાઇન

તે છતાં પણ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમોનું રહસ્ય બદલાતું જાય છે. સાધારણ પાર્થિવ ઘટના અને પૃથ્વી ઉપરની ગતિ વગેરેને વિષે ન્યૂટનના નિયમો સારું કામ આપે. પરંતુ મોટા કદના ગ્રહોની અવકાશમાંની ગતિ અને મોટી કક્ષાઓની ગણત્રીમાં અને પ્રકાશની ગતિ જેવી ત્વરિત ગણત્રીમાં એ નિયમોમાં ત્રુટિઓ દેખાઈ છે. તેથી જો કે ન્યૂટનના નિયમો તદ્દન ખોટા ઠરતા નથી; પરંતુ તેમાં સહેજસાજ ફેરફાર કરવાની જરૂર પડી છે. સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરનાર

ગ્રહોની ગતિની કક્ષા સ્થિર રહેતી નથી; પરંતુ જરા લંબાય છે અને તેથી કક્ષા ચલિત થાય છે. બુધની કક્ષા વિષે આ પ્રમાણે ચોક્કસ જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું છે; આ ચલનનાં બધાં કારણો તપાસવા છતાં પણ ૪૨ અંશ જેટલા ફેરફારનું કારણ ન્યૂટનના નિયમોથી મળી શકતું નથી. પરંતુ આઇન્સ્ટાઇન નામના સ્વીસ યાહુદી પ્રોફેસરે બર્લીનમાં આ વિષે તલસ્પર્શી શોધખોળ કરી છે તેથી સંતોષકારક જવાબ મળે છે. તેની કલ્પના પ્રમાણે દરેક પદાર્થની ગતિને લીધે તેનામાં અમુક પ્રકારનાં પ્રવહન* ઉત્પન્ન થાય છે; તેને લીધે કક્ષાનું રૂપ બદલાય છે. આ પ્રમાણે કક્ષાના ચલનની ગણત્રી કરવાથી બુધની કક્ષાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મળે છે. આમ એકવાર આઇન્સ્ટાઇનની કલ્પનાનું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ સિદ્ધ થવાથી તેની કલ્પનાની બીજી દિશાઓ તરફ પણ ધ્યાન ખેંચાવા લાગ્યું.

સાપેક્ષતા અને ચોથું પરિમાણ

ગતિને લીધે પદાર્થોમાં ગતિની દિશામાં પ્રવહન* ઉત્પન્ન થાય છે. એટલે વસ્તુઓ જરા લાંબી થતી જાય છે. એ કલ્પના સમજવાને માટે ચાર પરિમાણનું સ્વરૂપ સમજવાની જરૂર છે. ન્યૂટન અને બીજા ગતિશાસ્ત્રીઓએ ગતિને કાળથી સ્વતંત્ર માની હતી; પદાર્થોની ગતિ દિક અથવા અવકાશ ઉપર જ થાય છે અને તેનું માપ કાલ જેવા સ્વતંત્ર પરિમાણથી માપી શકાય એ ન્યૂટનની કલ્પના હવે જરા ખોટી પડી છે. ગતિ માત્ર સાપેક્ષ છે; અને જેમ આપણે પદાર્થોની ઉંચાઇ, લંબાઇ અને પહોળાઇ માપ્યા સિવાય તેનું સ્વતંત્ર સ્થાન નક્કી કરી શકીએ નહિ તેવી જ રીતે એ ત્રણે પરિમાણોનો કાળ સાથેનો સમ્બન્ધ નિર્દિષ્ટ થાય નહિ ત્યાંસુધી આપણું જ્ઞાન ચોક્કસ કહેવાય નહિ; કારણ કે કાળ અને દિક એ બે પ્રાથમિક પરિમાણોથી વિયુક્ત કોઇપણ વસ્તુ રહી શકે જ નહિ. ગતિ, દિક અને કાળ એ બન્નેથી

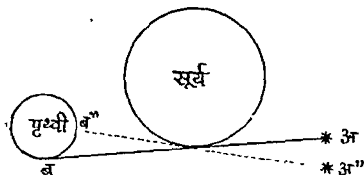
* Strain

સાપેક્ષ હોય છે—ટ્રેનની ગતિ પાટા નીચેની જમીન સ્થિર હોય તો જ દેખાય છેઃ આ સાપેક્ષતાનો સિદ્ધાન્ત પ્રાચીન સમયના તત્ત્વવેત્તાઓને અજ્ઞાત ન હતો. જ્ઞાન માત્ર આપણા મનથી સાપેક્ષ છે—ગતિ માત્ર અમુક વસ્તુની સરખામણીમાં જ છે. પૃથ્વીની ભ્રમણગતિ શનિ કે ગુરુ કરતાં અડધી જ છે અને તેથી શનિ કે ગુરુના ગ્રહ ઉપરનો દિવસ પૃથ્વીના દિવસ કરતાં અડધો જ છે—બુધનું વર્ષ આપણા વર્ષ કરતાં ચોથા ભાગનું જ છે; પરંતુ નેપ્ચ્યુનનું વર્ષ આપણા કરતાં ૧૬૪ ગણું મોટું છે—પણ બુધ કે નેપ્ચ્યુન ઉપર રહેનારને આપણા વિષે તેથી ઊલટો જ અભિપ્રાય આવે. આવા સાપેક્ષ વિચાર ઉચ્ચ ખગોલગણિતમાં પણ આવશ્યક છે એમ આઇન્સ્ટાઇને સિદ્ધ કર્યું છે. દિક અને કાળ સ્વતંત્ર નથી, પરંતુ સંયુક્ત અને સાપેક્ષ છે અને તેથી લાંબું, પહોળું, ઊંચું એ ત્રણ વિશેષણ ઉપરાંત વહેલું મોડું એ ચોથું વિશેષણ-પરિમાણ પણ અવશ્યનું છે.

આ પ્રમાણે ચોથા પરિમાણની ઝાંખી કર્યા પછી આઇન્સ્ટાઇનનો ઇથર અને પ્રકાશ વિષેનો અભિપ્રાય જોઇએ. ન્યૂટનની પ્રકાશની કલ્પના પ્રમાણે પ્રકાશના કણો—રજકણોને લીધે પ્રકાશ પ્રસરે છે; પરંતુ ફુકોના પ્રયોગોથી આ કલ્પના ખોટી ઠરી હતી અને હ્યુજન્સની તરંગ કલ્પના સ્વીકારાઇ હતી. જેમ પાણીમાં મોજાં થવાથી જલતરંગો દેખાય છે, અને જેમ હવામાં મોજાં થવાથી ધ્વનિ પ્રસરે છે, તેવા જ રીતે ઇથર નામના કાલ્પનિક દ્રવ્યમાં થતા તરંગો વડે પ્રકાશ પ્રસરે છે. આ ઇથર શું છે તે સમજી શકાતું નથી; ઘણા ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ તેને કાલ્પનિક દ્રવ્ય સિવાય વધારે કાંઇ માનતા નથી. પરંતુ સર ઓલીવર લૉજ જેવાને મન તો ઇથર એ બ્રહ્મનું સ્વરૂપ છે—અને મનુષ્યનો આત્મા તેમાં જ લય પામે છે અથવા વિહરે છે. પણ આઇન્સ્ટાઇનની કલ્પના પ્રમાણે તો પ્રકાશના પ્રસરણને માટે ઇથર જેવા દ્રવ્યની જરૂર જ નથી.

પ્રકાશની ગતિ કેવળ સીધી લીટીમાં થતી નથી. પરંતુ પ્રકાશના કણો, દ્રવ્યના કણોની અને વિદ્યુતના કણોની પેઠે ગુરુત્વાકર્ષણના બળથી ખેંચાય છે. પ્રકાશના કણોનું વજન હોય છે, અને તેમ હોય તો તે વજન ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની અસર થવાથી પ્રકાશનાં કિરણોની ગતિ બદલાઈ જાય. વિદ્યુતના કણો ઉપર ચુંબકતત્વની અસર થવાથી તે કણોનો ગતિપંથ બદલાઈ જાય છે એવું પ્રયોગથી સિદ્ધ થયું છે. તેવી જ રીતે પ્રકાશનાં કિરણો ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની કેવી અસર થાય છે તેની ગણત્રી આઇન્સ્ટાઇને કરી હતી. તે ગણત્રી સિદ્ધ કરવાને માટે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણની જરૂર હતી; સને ૧૯૧૯ના ખગ્રાસ ગ્રહણ વખતે આ નિરીક્ષણની ગોઠવણ કરવામાં આવી હતી. આ નિરીક્ષણ વિષે વધારે સમજૂતી આપવાની જરૂર છે.

એક એવી સ્થિતિનો તારો શોધી કાઢવામાં આવ્યો હતો કે જેના કિરણો સૂર્યની બરાબર નીચે થઇને આવતાં હોય હવે કિરણોની ગતિ તદ્દન સીધી રહેતી હોય અને તેની ઉપર સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણની જરા પણ અસર થતી ન હોય–તો તે કિરણો અ–વ ની લીટી ઉપર થઇને પૃથ્વી ઉપર દેખાશે. પરંતુ જો સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણથી આ કિરણોનો પથ ચલિત થતો હોય તો એ કિરણો આપણને પૃથ્વી ઉપર વ" ઠેકાણે દેખાશે અને તેથી તારાની સ્થિતિ અ" ઠેકાણે હોય એમ લાગશે. આ પ્રમાણે તારાનું સ્થાન બદલાય છે કે કેમ તે જોવાને માટે અને તે સ્થાન કેટલું બદલાય છે તે નક્કી કરવાને માટે ઘણો ખર્ચે અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક મંડળોએ બ્રાઝીલ અને આફ્રિકા એ દેશમાં જ્યાં ખગ્રાસ ગ્રહણ દેખાવાનું હતું ત્યા પ્રવીણ વિદ્વાનોને મોકલ્યા હતા, અને ગ્રહણ વખતે સૂર્યની નજીકના તારાના ફોટા લઇ લીધા હતા. તે જ સ્થળેથી બે માસ પછી ફોટોગ્રાફ લેવામાં આવ્યા હતા. તે વખતે સૂર્ય સમીપમાં નહોતો, આ બને ચિત્રોની બારીકાઈથી સરખામણી કરીને ઘણી મહેનતે ગણિતશાસ્ત્રીઓ અને ખગોળશાસ્ત્રીઓએ આ નિરીક્ષણનો નિર્ણય કર્યો.



સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે પ્રકાશનો પથ બદલાઈ જાય છે, એ ઉપરાંત આઇન્સ્ટાઇનની કલ્પના ખરી છે, તે પણ નિશ્ચયાત્મક રીતે સિદ્ધ થયું. (૧) જો પ્રકાશની તરંગવાહિની કલ્પના ખરી હોય અને વજન કે ગુરુત્વાકર્ષણની અસર ન હોય તો ઉપરના તારાના પ્રકાશના કિરણનો પથ જરા પણ ચલિત થાય નહિ. (૨) ન્યૂટનની કલ્પના પ્રમાણે પ્રકાશનાં કિરણો જરા પણ ચલિત થયાં હોય તો તે ૦.૬૫ અંશ કરતાં વધારે નહિ. (૩) આઇન્સ્ટાઇનની કલ્પના ખરી હોય અને પ્રકાશને વજન હોય તો નવી ગુરુત્વાકર્ષણની ગણત્રી પ્રમાણે તેમાં ૧.૭૫ અંશ જેટલું ચલન થાય. ઉપરના ગ્રહણના નિરીક્ષણના પરિણામે આ ચલનની સરેરાશ સંખ્યા ૧.૮૦ નિશ્ચિત થઇ હતી. તેથી આઇન્સ્ટાઇનની નવી કલ્પના સિદ્ધ થઇ: અને વિશ્વના વિખ્યાત વૈજ્ઞાનિકોમાં તેનું નામ તેના જીવતાં જ સ્થાપિત થયું. સર જે. જે. થોમસનના શબ્દોમાં કહીએ તો "ન્યૂટનના સમય પછી ગુરુત્વાકર્ષણના સિદ્ધાન્તના વિષયમાં નવો પ્રકાશ આજના જેવો કોઇ વખત પડ્યો નથી. આઇન્સ્ટાઇનના સિદ્ધાન્તો એ મનુષ્યની વિચાર-શક્તિના ઉત્તમમાં ઉત્તમ પરાક્રમનું પરિણામ છે."

આઇન્સ્ટાઇનના સાપેક્ષતાવાદની બીજી આવૃત્તિ તેણે દસ વર્ષ

જલરૂપી મહાતત્ત્વનું સત્વ; ગંધક એટલે મનુષ્યના સ્વભાવ (સ્પીરીટ)નો આધાર અને બીજી રીતે વાયુ મહાતત્વનું સત્ત્વ; ક્ષાર એટલે શરીરનું ભૌતિક સ્વરૂપ અને પૃથ્વીનું સત્ત્વ—આ બધી દોષિત કલ્પનાઓની સાથે જ્યોતિષવિદ્યાનો પણ પાસ હતો. આ બધા ઔષધરસાયનિકો વૈદ્ય તરીકે સારું કામ કરી શકયા ન હતા; અને ધાતુનાં ઔષધોથી ઘણા દરદીઓને નુકશાન થતું, તેથી પેરીસ જેવા શહેરમાં આ રસાયનિક-ઔષધોનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો હતો.

અર્વાચીન રસાયન વિદ્યાનો પિતા બોયલ

પરંતુ ૧૬૬૧ માં રોબર્ટ બોયલ નામના અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકે "શંકામય રસાયનિક" નામનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરીને રસાયનવિદ્યાના ઇતિહાસમાં નવો સ્તંભ રોપ્યો. પારદ, ગંધક અને ક્ષાર એ ત્રિતત્વોના સિદ્ધાન્તનું ખંડન કરીને તત્ત્વોના સ્વરૂપનો નિર્ણય કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો રાસાયનિક સંયોજન અને સમિશ્રણનો ભેદ બતાવીને તેણે સંયોજનો અને તાત્ત્વિક પદાર્થોનો ભેદ સ્પષ્ટ કર્યો. અણુવાદની ફરી સ્થાપના કરીને રાસાયનિક કાર્યોની સમજૂતી તેણે સરળ કરી આપી. બોયલ આયર્લાંડના લૉર્ડ ચાન્સેલરનું ચૌદમું સંતાન હતો; સમુદ્રમંથનમાંથી નીકળેલા ચૌદમા રત્નની પેઠે તેને અનેક રીતે અપૂર્વ ગણી શકાય. કેવળ રસાયનવિદ્યામાં નહિ પણ વિજ્ઞાનની બધી શાખામા તેણે નવી શોધો કરીને, નવું બળ અને નવા વિચારો આપ્યા હતા. વાયુની ગતિ અને આયાતનના સંબંધમાં તેણે શોધેલા નિયમો હજુ સુધી થોડા ફેરફાર સાથે પ્રમાણભૂત ગણાય છે. પરંતુ તેની ખરી સેવા તો રસાયનવિદ્યાને કીમિયાગીરીથી અને ઔષધવિદ્યાથી સ્વતંત્ર કરવાની હતી. રસાયન-વિદ્યાનું કાર્ય હવે કેવળ ઔષધો શોધવાનું કે પારસમણિ પ્રાપ્ત કરવાનું ન હતું; પરંતુ રાસાયનિક ક્રિયાઓનો નિઃસ્વાર્થી અભ્યાસ કરીને, તેમાંથી નિયમો તારવવાનું અને શુદ્ધ સત્યની પ્રાપ્તિ કરવાનું

હતું. આ નવી દૃષ્ટિ રસાયનવિદ્યામાં લાવવાને માટે બોયલ અર્વાચીન રસાયનવિદ્યાનો પિતા ગણાય છે. ઇંગ્લંડની પ્રસિદ્ધ રૉયલ સોસાઇટીના મૂળ સ્થાપકોમાં એ પ્રથમ હતો; તેના શુદ્ધ ચારિત્ર્ય, તેની વૈજ્ઞાનિક શોધો, તેના સાદા પ્રમાણિક અને નિખાલસ સ્વભાવને લીધે સમાજમાં તેની પ્રતિષ્ઠા ઘણી હતી.

બોયલના પછી સ્ટાહ્લ નામના પ્રશિયન રસાયનવેત્તાનું નામ આગળ આવે છે. તે રસાયનવિદ્યા અને ઔષધવિદ્યાનો અધ્યાપક હતો અને પાછળથી પ્રશિયાના રાજાનો વૈદ્ય નિમાયો હતો; તેણે રસાયનવિદ્યાનું પ્રયોગાત્મક કામ ઘણું કર્યું હતું; પરંતુ તેની ખ્યાતિ ફ્લોજીસ્ટનવાદની સાથે સમન્વિત રહેશે. તેની પ્રતિષ્ઠા અને લખવાની શૈલી એટલાં ઉત્તમ હતાં કે તેના પ્રતિપાદનમાં અપૂર્ણતા અને વિષમતા હોવા છતાં પણ લગભગ દોઢસો વર્ષ સુધી આ વાદે યુરોપના બધા દેશોના રસાયનવેત્તાઓ ઉપર વિજય મેળવ્યો હતો. બળી શકે તેવી વસ્તુઓમાં ફ્લોજીસ્ટન નામનું તત્ત્વ હોય છે અને બળતી વખતે આ તત્ત્વ જતું રહે છે એ સાદી લાગતી સમજૂતી ઘણાને ખરી લાગતી. ધાતુઓને પણ બાળવામાં આવે તો તેમાંથી "કાલ્ક્સ" નામનાં ભારિમક દ્રવ્યો રહે છે અને "ફ્લોજીસ્ટન ઊડી જાય છે: આ "કાલ્ક"માં ફ્લોજીસ્ટન પાછું નાંખવામાં આવે અને કોલસાની સાથે ગરમ કરવામાં આવે તો પાછી ધાતુ પ્રાપ્ત થઇ શકે છે. શ્વાસોચ્છ્વાસમાં પણ આ ફ્લોજીસ્ટન શરીરમાંથી બહાર નીકળે છે અને ઓરડામાં આ ફ્લોજીસ્ટન બહુ ભરાઇ જાય તો શ્વાસ લેવો અશક્ય થઇ પડે છે. આવી સાધારણ ઘટનાઓ ઉપરથી ફ્લોજીસ્ટનવાદની તરફેણમાં બહુ પ્રમાણો મળી આવતાં. તેની પુષ્ટિમાં બીજાં રાસાયનિક તથ્યો એકઠાં થવા માંડ્યાં અને તેથી અનેક પ્રકારનાં રાસાયનિક તથ્યો એકઠાં થવા માંડ્યાં. આ પ્રમાણે રસાયનવિદ્યાની પ્રગતિમાં આ વાદ સહાયકારક હતો તે છતાં પણ તેમાં રહેલી ભૂલોને લીધે આ પ્રગતિ યોગ્ય પ્રકારની ન ગણી શકાય. ફ્લોજીસ્ટન પદાર્થ

છે, સાધારણ દ્રવ્યનું સ્વરૂપ છે, પણ અદ્રશ્ય છે અને તેનું વજન ઋણ પ્રકારનું છે; તેથી તે પદાર્થ ઊડી જવા છતાં પણ વસ્તુઓનું વજન વધે છે! જસતની ભસ્મ થતાં તેનું વજન વધે છે અને તેથી તેમાંથી કોઇ દ્રવ્ય ઊડી જતું નથી પણ ઊલટો કાંઇક ઉમેરો થાય છે એ ઘટના સમજાવવા માટે ફ્લોજીસ્ટ ઋણ વજનની કલ્પના આવશ્યક નથી એ લેવોઝિયર નામના રસાયનવેત્તાએ સિદ્ધ કર્યું ત્યાં સુધી આ ફ્લોજીસ્ટનવાદ સુસ્થાપિત રહ્યો.

પ્રાણવાયુની શોધ

આ ખોટી માન્યતાને લીધે ઑક્સિજનની પ્રાપ્ત થયેલી શોધનો ખરો અર્થ કોઈ સમજી શક્યું નહિ. મેયો નામના અંગ્રેજ શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રીએ હવામાં પ્રાણવાયુ નામનો જુદો વાયુ છે અને તે શ્વાસક્રિયાને ઉત્તેજિત કરે છે એ બતાવ્યું હતું; ત્યાર બાદ લગભગ સો વર્ષ પછી પ્રીસ્ટલીએ પારાની ભસ્મ તપાવીને તેમાંથી પ્રાણવાયુ જુદો કાઢયો હતો, અને તેમાં મીણબત્તી સારી રીતે બળે છે અને ઉંદર વગેરે પ્રાણીઓની શ્વસનક્રિયા ઉત્તેજિત થાય છે તે બતાવ્યું હતું. તે છતાં તેના મગજમાં ફ્લોજીસ્ટનવાદની ધુન પેઠેલી હોવાને લીધે, અને હવા એક જ વાયવી તત્ત્વ છે એવી માન્યતા પ્રચલિત હોવાને લીધે પ્રીસ્ટલી પોતે પોતાની શોધની અગત્ય પહેલાં તો સમજી શકયો નહિઃ અને આ નવા વાયુને ફ્લોજીસ્ટન વગરની હવા એવું નામ આપ્યું. હવા એ એક તાત્ત્વિક વાયુ નહિ પરંતુ બે વાયુનું મિશ્રણ છે એ શોધ કાંઈ નાની કહી ન શકાય. પ્રાચીનકાળનાં પંચમહાભૂત તત્વો, અને રાસાયન વૈદ્યોનાં ત્રિતત્ત્વો એ બન્ને કલ્પનાઓનું ખંડન કરનાર આ શોધની સાથે "હવા એ ઇશ્વર સર્જિત તત્ત્વ છે અને તેમાંથી કાંઈ જુદાં તત્ત્વો મળી શકે જ નહિ" એ માન્યતા નષ્ટ થઈ.

-જલ એ તત્ત્વ નથી

ત્યારપછી થોડા સમયમાં જલ એ પણ તત્ત્વ નથી એ સિદ્ધ

ચર્યું. આ શોધ કરનાર હેન્રી કૅવન્ડીશ (૧૭૩૧-૧૮૧૦) ધનાઢ્ય અને નમ્ર સ્વભાવનો અંગ્રેજ હતો; તેણે વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખામાં સારું કામ કર્યું હતું: ખગોળવિદ્યા, ગણિતવિદ્યા, ઉષ્મા-શાસ્ત્ર, અને રસાયનવિદ્યા એ સર્વેમાં તે પ્રવીણ હતો. પૃથ્વીની સરેરાશ ઘનતા+ માપવાનું કામ તેણે કર્યું હતું: પણ સૌથી ઉતમ કાર્ય તો પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાનું હતું. વીજપ્રવાહથી પાણીમાંથી બે વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, અને આ બે વાયુમાંથી પાછું પાણી બને છે એમ પૃથક્કરણ અને સંયોજન બે વડે પાણીનાં સ્વરૂપનો નિર્ણય કર્યો હતો. પરંતુ પ્રીસ્ટલીની માફક કૅવન્ડીશ પણ ફ્લોજીસ્ટનવાદના અંધારામાં કુટાયો હતો, અને તેણે આ બે જલવાયુને "ફ્લોજીસ્ટન" (હાયડ્રોજનનું નામ પછી અપાયું) અને ફ્લોજીસ્ટન વગરની હવા (ઑક્સિજન) એવાં નામ આપ્યાં.

લેવોઝિયેર

વિજ્ઞાનના સુભાગ્યે લેવોઝિયેર નામના ફ્રેંચ રસાયનવેત્તાએ કૅવન્ડીશ અને પ્રીસ્ટલીના પ્રયોગો ફરીથી કરી જોયા; તેને લાગ્યું કે આ નવા વાયુઓ ખાસ વિલક્ષણ પ્રકારના નહોતા અને સાધારણ દ્રવ્યનાથી જુદા પ્રકારના ગુણવાળી ફ્લોજીસ્ટન વસ્તુની કલ્પનાની આવશ્યકતા કોઈ પણ રીતે નહોતી. પાણીમાંથી ઉત્પન્ન થતા બંને વાયુને ચોક્કસ માત્રા અને વજન હતાં; અને તેમાંથી એકને હાયડ્રોજન (જલ બનાવનાર) અને બીજાને ઑક્સિજન (તેજાબ-આમ્લ બનાવનાર) એ નામ આપ્યાં, તેમના ગુણો અને બીજાં લક્ષણો સિદ્ધ કરીને લેવોઝિયેર ઑક્સિજન-પ્રાણવાયુના શોધક તરીકે પ્રસિદ્ધ થયો. લેવોઝિયેરે રસાયનિક તોલનયંત્ર-ત્રાજવાની મદદ લઈને ચોક્કસ વજન કરવાની પદ્ધતિથી ફ્લોજીસ્ટનવાદનું સંપૂર્ણ ખંડન કર્યું; અને ઋણ વજનવાળા હલકા પદાર્થની કલ્પના એટલી તો હાસ્યાસ્પદ થઈ પડી કે સેંકડો વર્ષ સુધી રસાયનવિદ્યામાં સામ્રાજ્ય ભોગવનાર તે કલ્પનાને હવે

+ mean density

કચરાપેટીમાં દાટી દેવામાં આવી. તેથી ઊલટું ફ્લોજીસ્ટન જેવા પદાર્થ ઊડી જવાને બદલે રસાયનિક સંયોજનમાં બધાયે પદાર્થનું વજન સાચવીને નોંધી લેવામાં આવે તો એકંદર કાંઇપણ વધઘટ થતી નથી એ સિદ્ધ થતું ગયું. લેવોઝિયેરે આ સિદ્ધાન્તને માટે પ્રયોગો કરી જોયા અને તોલનપદ્ધતિથી દ્રવ્યના સંરક્ષણનો સિદ્ધાન્ત પહેલી વાર બહાર પડયો. આ સિદ્ધાન્ત પ્રમાણે દરેક રાસાયનિક કાર્યની પહેલાં અને પછીનાં બધાં દ્રવ્યનું વજન કરવામાં આવે તો તેના વજનમાં વધઘટ થતી નથી, અને દ્રવ્યનું બધું વજન સંરક્ષિત રહે છે.

લેવોઝિયેરનું વૈજ્ઞાનિક જીવન ફ્રેંચ વિપ્લવના તોફાની સમયને લીધે ઘણું સંકુચિત થયું હતુ: તેને પોતાનો સમય પ્રયોગશાળામાં કાઢવાને બદલે બહારની બીજી પ્રવૃત્તિમાં રાખવો પડતો હતો. તેનો પિતા ધનાઢય હતો અને સારી સંપત્તિ મૂકી ગયો હતો. ૧૭૯૩માં ફ્રેન્ચ વિપ્લવ જાગ્યો ત્યારે તે કર ઉઘરાવનારા ઉપરીનો સારો હોદ્દો ભોગવતો હતો. કર ઉઘરાવનારા જુલ્મી અને તિરસ્કારને પાત્ર હતા એમ લોકો ધારતા હતા અને તેથી નવા રાજ્યમાં બધા કર ઉઘરાવનારને મારી નાખવાનો હુકમ કાઢવામાં આવ્યો. તે હુકમમાંથી લેવોઝિયેરને છોડાવવા માટે અને તેને રાજ્ય તરફથી સોંપવામાં આવેલા પ્રયોગો પૂરા થાય ત્યાં સુધી તેની જિંદગી બચાવવાને માટે તેના મિત્રોએ જીવના જોખમે રાજ્યસભાને અરજી કરી હતી. પરંતુ ક્રૂરતાના આવેશમાં સભાએ ઉત્તર આપ્યો કે "અમારે વિદ્વાન માણસોનું કામ નથી" અને તેને ૧૭૯૪માં ૫૧ વર્ષની ઉંમરે ફાંસી દેવામાં આવી. તેની જિંદગીનો અંત જલદીથી આવ્યો ન હોત તો તેના હાથે બીજાં અનેક સુંદર વૈજ્ઞાનિક કાર્યો થયાં હોત એમાં શંકા નથી.

રસાયનિક સંયોજનના નિયમો

રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં ચોકસાઇથી વજન કરવાની પદ્ધતિથી અને દ્રવ્યના સંરક્ષણના સિદ્ધાન્તથી રસાયનવિદ્યામાં નવા પ્રકારને

પ્રકાશ પડવા માંડયો હતો. વાયવી, પ્રવાહી અને ઘન પદાર્થોનો શો સંબંધ છે અને તે ત્રણે સ્થિતિમાં ભૌતિક ગુણો અને રાસાયનિક પ્રક્રિયા કેવી રીતે થાય છે તેની સમજ વધવા માંડી હતી. રાસાયનિક તોલનપદ્ધતિથી પૃથક્કરણ. કરતાં એમ નકકી થયું કે દરેક રાસાયનિક સંયોજનમાં ભાગ લેનાર વસ્તુઓનું વજન હમેશ એક જ પ્રમાણમાં રહે છે; આ વાત નકકી થવાથી અર્વાચીન રસાયનવિદ્યાનું દષ્ટિબિંદુ બદલાયું. પાણીને ગમે તેવી રીતે બનાવવામાં આવે તો પણ તેમાં હાઇડ્રોજન (જલવાયુ) અને પ્રાણવાયુના વજનનું પ્રમાણ એક અને આઠનું જ હોય છેઃ વળી એક કરતાં વધારે સંયોજનો બે તત્ત્વોમાંથી થઇ શકતા હોય તો તે બંનેના વજનનું પ્રમાણ એક સાદા ગુણના સંબંધવાળું હોય છે. ડોલ્ટન નામના મેન્ચેસ્ટરના રાસાયનિકે પ્રાણવાયુ અને નાઇટ્રોજનનાં બધાં સંયોજનોની તપાસ કરીને એમ બતાવ્યું હતું કે ઑક્સિજનના આઠ ભાગની સાથે નાઇટ્રોજનના એક સંયોજનમાં ચૌદ ભાગનું અને બીજામાં અઠ્ઠાવીસ ભાગનું સંઘટ્ટન થાય છે. આ પ્રમાણે રાસાયનિક સંયોજનના નિયમો સિદ્ધ થવાની તૈયારી થઇ તેમ જ બીજી બાજુએ દ્રવ્યના સ્વરૂપ અને રચના વિષે નવા વિચાર થવા માંડયા.

અણુવાદ અને પરમાણુવાદ

વાયુઓની સંયોજનાક્રિયાઓના અભ્યાસથી અને ઉપરના પ્રયોગો ઉપરથી ડૉલ્ટન (૧૭૬૬–૧૮૪૪) ને લાગ્યું કે દરેક તત્ત્વનું સંયોજનપ્રમાણ નિશ્ચિત હોવું જોઇએ; અને તેમ હોય તો તે દરેક તત્ત્વના અણુઓના વજનની સાથે તેનો કાંઇ સંબંધ રહેવો જોઇએ, તેથી જ્યારે રાસાયનિક ક્રિયા થાય ત્યારે તે અણુઓની વચ્ચે જ થવી જોઇએ અને આ અણુઓથી નાના દ્રવ્યના ટુકડા થઇ શકે જ નહિ. પ્રાચીન હિંદુઓનો અણુવાદ-

અને પ્રાચીન ગ્રીક ફિલસૂફોના અણુવાદની સાથે આ અણુવાદનું સામ્ય સ્પષ્ટ દેખાઇ આવશે. મુખ્ય ભેદ એટલો કે પ્રાચીન સમયમાં પરમાર્થશાસ્ત્ર અને અધ્યાત્મવિદ્યાના દષ્ટિબિંદુથી આ અણુવાદનો વિચાર કરવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ આ અર્વાચીન અણુવાદ પ્રયોગાત્મક અનુભવનું ફળ છે અને રાસાયનિક વ્યવહારમાં ડગલે પગલે તેની જરૂર પડે છે. એક સાદા સંયોજનમાં બે તત્ત્વો જે પ્રમાણમાં સંયોજિત થાય છે તે પ્રમાણ ઉપરથી તેમનો સંયોજનભારનો અંક નિશ્ચિત થાય છે. જલવાયુ અને પ્રાણવાયુના સંયોજનથી તેમનો સંયોજનભારાંક ૧, અને ૮ છે એમ ફલિત થાય છે; આ રીતે ડૉલ્ટને વીસેક તત્ત્વોના અણુભારાંક નિશ્ચિત કર્યા હતા. પરંતુ ગેલ્યુસાક (૧૭૭૮-૧૮૫૦) અને એવેગેડ્રો (૧૭૭૬-૧૮૫૬) નામના બીજા વિદ્વાનોએ એમ બતાવ્યું કે ડૉલ્ટનની કલ્પનામાં થોડીએક ખામી હતી અને તે દૂર કરવાને માટે અણુ* અને પરમાણુ+ની બે જુદી જુદી કલ્પનાઓની જરૂર હતી. અણુ એ એક ભૌતિક કલ્પના ગણાય અને દ્રવ્યની નાનામાં નાની સ્વતંત્ર રીતે રહી શકે તેવી રજકણને અણુ કહેવાય; પરમાણુ એટલે રાસાયનિક સંયોજનમાં ભાગ લઇ શકે તેવું તત્ત્વનું બારીક અણુકણ. ઘણાખરા અણુમાં એક કરતાં વધારે પરમાણુ હોય છે; જલવાયુ અને પ્રાણવાયુની વચ્ચેનો ૧ થી ૮ જે રાસાયનિક પ્રમાણાંતર જોવામાં આવે છે તે ઉપરથી અને તેમના આયતન ઉપરથી એમ ફલિત થાય છે કે જલવાયુના બે અણુઓ અને પ્રાણવાયુનો એક અણુ તે પ્રમાણમાં સંઘટ્ટન થઇને જલબાષ્પનું એક અણુ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેથી જલની રાસાયનિક સંજ્ઞા HO નહિ પણ H_2O થશે.

ડૉલ્ટનની કલ્પના આ પ્રમાણે સુધર્યા પછી પરમાણુવાદ સાધારણ રાસાયનિક વ્યવહારમાં નિશ્ચિતરૂપે સ્વીકારવામાં આવે છે. સંયુક્ત પદાર્થો અને તાત્ત્વિક પદાર્થોના પરમાણુઓ નરી આંખે

*Molecule +Atom

જોઇ શકાયા નથી પરંતુ પ્રયોગાત્મક રીતથી તપાસ કરતાં તેમના ગુણો અને લક્ષણોનો જે અનુભવ થાય છે તે વિષે શંકા રાખવાને કાંઇ કારણ મળતું નથી. છેલ્લાં લગભગ સવાસો વર્ષમાં ભૌતિકવિદ્યા અને રસાયનવિદ્યાના કઠિનમાં કઠિન સૈદ્ધાન્તિક પ્રશ્નોના ઉકેલમાં અણુવાદ અને પરમાણુવાદ જેટલી બીજી કોઇપણ કલ્પના ઉપયોગી થઇ શકી નથી; અને જેમ જેમ જ્ઞાન વધતું જાય છે તેમ તેમ અણુવાદ અને પરમાણુવાદના સિદ્ધાન્તોની ઉપયોગિતા સિદ્ધ થાય છે. સૌથી મોટો અને તાત્કાલિક લાભ તો એ થયો કે કઈ વસ્તુને તત્ત્વ કહેવું એ નિશ્ચિત થયું. ગમે તેવી રીતે તે તત્ત્વ બનાવવામાં આવે તો પણ તેનો પરમાણુભારાંક નિશ્ચિત અને એક સરખો જ હોવો જોઇએ, અને તેથી જેનું વધારે પૃથક્કરણ અથવા વિભાજન થઇ શકે નહિ તે દ્રવ્યોને ખરાં તત્ત્વો ગણવાં. આ તત્ત્વો શોધવાથી અને તેમના અણુભારાંક નક્કી કરવાથી રસાયનવિદ્યામાં પ્રાપ્ત થયેલી ચોકસાઇ અને જ્ઞાનવૃદ્ધિ આશ્ચર્યકારક છે. ડૉલ્ટનના પહેલાં પંચમહાભૂતની કલ્પના પ્રચલિત હતી: ડૉલ્ટને લગભગ વીસ તત્ત્વોની શોધ કરી હતી; પરંતુ ત્યારપછી હવે લગભગ ૮૨ જાતનાં તાત્ત્વિક દ્રવ્યો સ્વીકારાય છે. રાસાયનિક કાર્યમાં નવી શોધ થતાં અને નવી રીતથી કામ કરતાં નિશ્ચિત ગણાતાં દ્રવ્યોમાંથી પૃથક્કરણ થઇને બીજાં તત્ત્વો મળી આવે છે. ડેવીએ વિદ્યુતના પ્રવાહની મદદથી સોડિયમ, પોટાશિયમ અને તેવી બીજી નરમ ધાતુઓની શોધ કરી હતી: ત્યાર પછી સાધારણ માટીમાંથી એલ્યુમીનિયમની શોધ પણ વિદ્યુત પ્રવાહના બળથી થઈ; પ્રકાશના રંગપટના પૃથક્કરણની પદ્ધતિથી રુબીડિયમ સીઝિયમ, થાલિયમ વગેરે નવી ધાતુઓ શોધાઇ છે. તે જ પદ્ધતિથી હીલિયમ, નિયોન, ક્રીનૉન, ક્રીપ્ટૉન નામનાં વાયવી તત્ત્વોનો પણ નિર્ણય થયો છે; રેડિયમ, અને તેના સંબંધી નવાં તત્ત્વોની શોધ થવાથી પરમાણુની રચના, દ્રવ્ય માત્રનાં બંધારણ વગેરે અગત્યના પ્રશ્નો ઉપર નવી જ જાતનો પ્રકાશ પડ્યો છે.

રાસાયનિક ગુણોમા નિયમિતતા

આ બધાં રાસાયનિક તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણો, અને રાસાયનિક ધર્મોમાં કાંઇ પણ નિયમ હશે કે કેમ? અથવા તો ભૌતિક ગુણો અને રાસાયનિક ધર્મો વચ્ચે કાંઇ સંબંધ હશે કે કેમ? અને હોય તો તે કેવા પ્રકારનો? પરમાણુવાદ સુસ્થાપિત થયા પછી આ પ્રશ્નો ઘણી વાર પુછાવા લાગ્યા. રાસાયનિક તત્ત્વોના પરમાણુભારાંક અને તેમના ગુણધર્મ સાથે કોઈ પણ જાતનો સંબંધ હોવો જોઇએ એ માન્યતા રાસાયનિકોમાં પ્રચલિત થવા લાગી; અને આ સંબંધને બારીકાઇથી તપાસીને તેમાંથી કાંઇ નિયમસર વર્ગીકરણ તૈયાર કરવાના પ્રયત્નો શરૂ થયા. ઇ. સ. ૧૮૧૯ માં ડોબરાઇનરે રાસાયનિક તત્ત્વોના ગુણધર્મ પ્રમાણે ત્રિપુટીઓના સમૂહ પાડયા હતા. ત્યારપછી ૧૮૬૩–૧૮૬૬ નાં વર્ષોમાં ન્યુલેંડ નામના અંગ્રેજ રાસાયનિકે આ વિષે કેટલાએક નિબંધો વાંચ્યા હતા. રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના અણુભારાંક પ્રમાણે ગોઠવવાથી દરેક આઠમા તત્ત્વોના ગુણોમાં સામ્ય દેખાય છે તેથી તેણે સપ્તકના નિયમનું પ્રતિપાદન કર્યું હતું. તે વખતે તેને હસી કાઢવામાં આવ્યો હતો, અને એક સભામાં તેને એમ પણ કહેવામાં આવ્યું હતું કે તત્ત્વોને તેમના નામના પહેલા અક્ષર પ્રમાણે ગોઠવવાથી પણ તેમાંથી કાંઇ નિયમિતતા મળશે! પણ ૨૧ વર્ષ પછી તેની શોધની ખરી કિંમત જણાઇ અને રોયલ સોસાયટી તરફથી ન્યુલેન્ડને સુવર્ણચંદ્રક આપવામાં આવ્યો. આ સપ્તકનો નિયમ નવા રૂપમાં સ્વતંત્ર રીતે શોધ કરીને મેન્ડેલીફ નામના રૂશિયન રસાયનવેત્તાએ ૧૮૬૯ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો. રોબર્ટ બોયલની માફક મેન્ડેલીફ પણ તેના પિતાની સંતતિમાં ચૌદમા સ્થાને હતો, પરંતુ તેનો પિતા અંધ થવાથી તેનું જીવન કષ્ટમય થયું હતું. વિદ્યા સંપાદન કરવામાં ઘણી હરકત પડવા છતાં અથાગ મહેનત અને તીવ્ર બુદ્ધિથી તેણે રાસાયનિક તથ્યોનાં વર્ગીકરણ અને સમજૂતીમાં

આવશ્યક પ્રકાશ પાડનાર નિયમોનું પ્રતિપાદન કર્યું હતું. લાખો રાસાયનિક સંયોજનોના ગુણ અને ધર્મ યાદ રાખવા મુશ્કેલ છે, અને તેમની વિવિધતા અને સંખ્યા સાધારણ મનુષ્યને ગભરાવે તેવી છે, પરંતુ તે વિવિધતામાં એકતાનું દર્શન કરાવનારી રસાયનવિદ્યાની સમજૂતીની ચાવી મેન્ડેલીફના નિયમોમાંથી મળી આવે છે.

એન્ડેલીફનો નિયમ

મેન્ડેલીફનો નિયમ ટૂંકામાં આ પ્રમાણે વર્ણવી શકાય. રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના પરમાણુભારાંક પ્રમાણે ગોઠવવાથી તેમના ગુણ અને ધર્મમાં અમુક પ્રકારની નિયમિતતા અને સામયિકતા* સ્પષ્ટ થાય છે; તેથી પરમાણુભારાંક અને તત્ત્વોના (૧) ગુણધર્મ વચ્ચે સામયિક રીતે સંબંધ છે-એમ કહી શકાય. તત્ત્વોના વર્ગીકરણમાં, (૨) પરમાણુભારાંકના નિર્ણયમાં અને તેમાં ભૂલચૂક સુધારવામાં તથા (૩) અજ્ઞાત તત્ત્વોના ગુણધર્મના ભવિષ્યકથનમાં એ ત્રણે કાર્યોમાં આ નિયમ ઘણો જ ઉપયોગી થયો છે. તેમાં છેલ્લું કાર્ય તો એક રીતે ચમત્કારિક ગણી શકાય. કારણ કે નવા તત્ત્વની શોધ થયા પહેલાં તેના ગુણ અને ધર્મનો નિર્ણય કરવો એ સહેલું નથી. બધાં તત્ત્વોને અણુભારાંક પ્રમાણે નિયમસર એક કોષ્ટકમાં ગોઠવવાથી કેટલીએક જગ્યાઓ ખાલી રહે છે. તે ખાલી સ્થાન અજ્ઞાત તત્ત્વોનાં છે એમ ધારવામાં આવે છે. તેમની આજુબાજુનાં તત્ત્વોના ગુણધર્મો ઉપરથી આ અજ્ઞાત તત્ત્વોના ગુણધર્મોનો નિર્ણય કરી શકાય છે. આ કોષ્ટકમાં સમૂહ+ અને શ્રેણી÷ એ બે જાતના વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે: ખાલી સ્થાન એકી શ્રેણીમાં હોય તો 'એક'–એ સંસ્કૃત પ્રત્યય લગાડીને, અને બેકી શ્રેણીમાં હોય તો 'દ્વિ'–એ સંસ્કૃત પ્રત્યય લગાડીને, મેન્ડેલીફે નવાં રાસાયનિક તત્ત્વોનાં નામ આપ્યાં હતાં. એક સીલીકાન એક–એલ્યુમીનિયમ, એક–બોરોન, એક–સીઝિયમ, દ્વિ–સિઝિયમ, દ્વિ–ટેલુરિયમ વગેરે અજ્ઞાત તત્ત્વોના ગુણો, ધર્મો અને પરમાણુ

* Periodicity + Group ÷ Series

હતા. તેમાંનાં પહેલાં ત્રણ તત્ત્વોની શોધ મેન્ડેલીફના ભવિષ્યકથન બાદ ૧૫ વર્ષ પછી થઈ હતી. તે છતાં પણ તેમના ગુણધર્મ ધાર્યા પ્રમાણે જ નીકળ્યા હતા; એ ત્રણ તત્ત્વોનાં નામ કોષ્ટકમાં જર્મેનિયમ, ગૅલિયમ, અને સ્કૅન્ડિયમ એમ અનુક્રમે અપાયાં છે. તેમના ભૌતિકગુણો અને રાસાયનિક વર્તન ધારવા પ્રમાણે આબેહૂબ નીકળ્યાં અને તેનું ભવિષ્યકથન ખરું પડ્યું. જેવી રીતે નેપ્ચ્યુન નામના અજ્ઞાત ગ્રહની ખગોલમાં સ્થિતિ અને ગતિ પહેલેથી નિર્ણીત થઈ હતી અને નિર્ણીત સ્થળે તપાસ કરતાં તે ગ્રહ શોધી કઢાયો હતો એ ઘટનાથી સૈદ્ધાન્તિક ખગોળવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા વધી હતી તેવી જ રીતે આ નવાં તત્ત્વોની શોધથી સૈદ્ધાન્તિક રસાયનવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા વધી. બે લાખ ઉપરાંત રાસાયનિક પદાર્થો અને સંયોજનોના ગુણ અને ધર્મમાં વ્યવસ્થા અને નિયમની શોધ થવાથી રસાયનવિદ્યાની ગણના ચોક્કસ શાસ્ત્રોમાં થવા લાગી. તે છતાં પણ એટલું તો કહેવું પડશે કે મેન્ડેલીફના નિયમ અને કોષ્ટકમાં અપૂર્ણતાને લીધે અને બીજી દિશામાં અણુરચનાનો અભ્યાસ વધવાને લીધે તેની અગત્ય રહી નથી. પરંતુ આવા નિયમોનું મુખ્ય કાર્ય તો નવા અન્વેષણને ઉત્તેજન આપવાનું અને જૂના જ્ઞાનને સુનિશ્ચિત કરવાનું છે એ દૃષ્ટિએ મેન્ડેલીફનું કાર્ય રસાયનવિદ્યાના ઇતિહાસમાં ચિરસ્થાયી અને ઉજ્જવળ રહેશે.

પરમાણુભારાંકની સાથે પરમાણુની આંતરરચનાનો શો સંબંધ છે એ વિવેચન અગત્યનું છે. પણ તે વિષય લેતાં પહેલાં તેની સાથે સંબંધ ધરાવતા ભૌતિકશાસ્ત્રવિદ્યાના બીજા વિભાગોના ઇતિહાસની સમાલોચના કરવી આવશ્યક છે.

જેમ્સ વૉટ

ભૌતિકવિદ્યાના મુખ્ય વિભાગમાં નાદશાસ્ત્ર, પ્રકાશશાસ્ત્ર, વિદ્યુતશાસ્ત્ર અને ચુંબકશાસ્ત્ર પ્રથમ ગણી શકાય. હવામાં નાદ અને નક્કી કર્યા ભારાંક

પ્રકાશ કેવી રીતે પ્રસરે છે તે ન્યૂટને બતાવ્યું હતું; પરંતુ તે ઉપરાંત તેમનાં આંદોલનો, વિવિધ સૂરો અને સંગીતની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થાય છે તેની સમજૂતી પાછળથી મળી હતી. ઉષ્માશાસ્ત્રની શોધોમાં સાધારણ જનસમાજને જરા વધારે રસ પડે તેમ છે તેથી તેમાંની એકને આ સ્થળે વિગતથી ચર્ચવાની જરૂર ધારી છે. બાષ્પ–વરાળ–ના ગુણો સંબંધી બ્લૅક નામના ગ્લાસગોના રસાયનવિદ્યાના અધ્યાપકનું કામ સૈદ્ધાન્તિક અને ઔદ્યોગિક બંને દૃષ્ટિએ ઘણું અગત્યનું છે. બરફનું પાણી થતાં અને પાણીની વરાળ થતાં ઉષ્માનો અમુક ભાગ લુપ્ત થાય છે એ તેણે અનેક રીતે સિદ્ધ કર્યું હતું. બરફ અને પાણીને ભેગાં રાખીને નીચેથી તપાવવામાં આવે તોપણ જ્યાં સુધી બરફનો ટુકડો પણ હશે ત્યાં સુધી આ પાણીની ઉષ્માનું માપ 0°C કરતાં વધશે નહિ; તેવી જ રીતે પાણીને ખૂબ ગરમ કરીને ઉકાળ્યા પછી અને તેમાંથી વરાળ નીકળ્યા પછી પણ વધારે ગરમ કરવાથી પાણીનું ઉષ્મામાપ ૧૦૦° C કરતાં વધારે ઊંચું ચઢશે નહિ. આ ઘટનાનું કારણ શોધતાં બ્લૅકને લાગ્યું કે વધારાની ઉષ્મા લુપ્ત થઇ જાય છે; અને તેવી જ રીતે વરાળ–બાષ્પ–નું પાણી થતાં તેમાંથી આટલી ઉષ્મા બહાર પડે છે. આ શોધ તેના મિત્ર વૉટને ઘણી ઉપયોગી થઇ પડી; કારણ કે તે સમયે વૉટે એક જૂના વરાળયંત્રની મરામતનું કામ હાથમાં લીધું હતું. વૉટ (૧૭૩૬–૧૮૧૯) નાનપણમાં આળસુ, રમતિયાળ અને માંદલો હતો. તેનું ચિત્ત ભણવામાં ન હતું. ચહાદાનીમાંથી નીકળતી વરાળને ચમચાવતી દાબી જોવાના પ્રયોગ જેવી રમત કરવામાં તેનું ધ્યાન રહેવાથી તેની મા તરફથી ઠપકો મળતો દર્શાવનારું ચિત્ર પ્રસિદ્ધ છે. મોટા થયા પછી નાનાં મોટાં યંત્રો અને ખાસ કરીને ખગોળ અને ગણિતનાં યંત્રો બનાવવાનું કામ તે કરતો અને તેની બુદ્ધિ અને યાંત્રિક જ્ઞાન એટલાં તો ખીલ્યાં હતાં કે ત્યાંની યુનિવર્સિટીના ઘણા અધ્યાપકો તેની પાસે વિવેચન અને વાતો કરવા જતા. આવા

એક પ્રસંગે બ્લૅકની શોધ ઉપર વિચાર કરતાં વૉટને લાગ્યું કે જૂની પદ્ધતિનાં વરાળયંત્રોમાં માથાકૂટ અને વ્યર્થ વ્યય બહુ હતાં; પીસ્ટન ઊંચો ગયા પછી તેને નીચે લાવવાને માટે આખું વરાળનું સીલીંડર ઠંડું કરવું પડતું હતું તેમાં ઉષ્માનો નાશ થતો હતો–એક રતલ વરાળને ઠંડી કરવામાં ૭ રતલ પાણીની જરૂર પડે છે તે જાણીને આ સીલીંડરને ઠંડું કરવાને બદલે તેમાંની વરાળ બીજા વાસણમાં લઇ જઇને ઠંડી કરવામાં આવે તો તેમાં ઉષ્માનો બચાવ થાય, બળતણનો બચાવ થાય, અને યંત્ર અટકયા વગર વધારે સારી રીતે ચાલી શકે. આ શોધનો લાભ લઇને વૉટ અને તેના જેવા જ ઉદારવૃત્તિવાળા તેના ભાગીદાર બોલ્ટને નવી પદ્ધતિનાં વરાળયંત્રો બનાવવાં શરૂ કર્યાં. વૉટે વરાળયંત્રનું શોધન કર્યું નથી પરંતુ તેમાં સુધારા દાખલ કર્યા છે એ વાતથી તેના કાર્યની મહત્તા ઓછી થતી નથી. કારણ કે તેની શોધ વગર વરાળયંત્રોથી આગગાડીઓ, કાપડ સુતરનાં કારખાનાં અને વહાણો સ્ટીમરો ચલાવી શકાત નહિ અને નવા ઔદ્યોગિક પરિવર્તનનાં બીજાંકુરો ઉદ્‌ભવી શકત નહિ.

બેન્જામીન ફ્રૅંકલીન

ઉષ્માશાસ્ત્ર કરતાં વીજશાસ્ત્રથી આ ઔદ્યોગિક પરિવર્તનમાં ઓછું કાર્ય થયું નથી. બેન્જામીન ફ્રૅંકલીન (૧૭૦૬–૧૭૯૦) એક ચરબીના વેપારીનો છોકરો હતો. તેણે નાનપણમાં ઘણી હાડમારી વેઠયા પછી તેના ભાઇના ત્રાસથી નાસીને જુદું છાપખાનું કાઢયું હતું. તેને ૪૦ વર્ષની ઉંમર સુધી વિજ્ઞાનમાં નવી શોધ કે નવું કામ કરવાને ફુરસદ મળી ન હતી, જો કે તેટલા વર્ષ સુધીમાં તેણે ખંત, મહેનત અને અભ્યાસથી જ્ઞાન મેળવવાનું કામ ચાલુ રાખ્યું હતું. પદાર્થ વીજમય થાય છે ત્યારે તેમાં ધન અથવા ઋણ જાતની વીજ કયાંથી આવે છે તે સમજાવવા માટે બે જુદી જાતના પ્રવાહને બદલે એક જ પ્રવાહની કલ્પના તેણે સિદ્ધ કરી હતી. પરંતુ તેનું એક મોટું કાર્ય તો આકાશમાં થતી વીજળીના ચમકારા અને

સાધારણ ક્રિયાથી ઉત્પન્ન કરવામાં આવતી વિદ્યુત એ એક જ છે તે સિદ્ધ કરવાનું હતું. આ વાત આપણને અત્યારે તો સ્વતઃસિદ્ધ લાગે છે, પરંતુ તે વખતે લંડનની રોયલ સોસાઇટી ઉપર આ વિષે લેખ મોકલ્યો ત્યારે તેની હાંસી કરવામાં આવી હતી. તેણે એમ પ્રતિપાદન કર્યું હતું કે (૧) વીજળીના ચમકારા અને વિદ્યુતના તણખા બંનેના પથ વાંકાચૂંકા હોય છે. (૨) વીજળી અને વિદ્યુત એ બંનેથી વસ્તુઓ બળી જાય છે. (૩) બંનેથી ધાતુઓ ઓગળી જાય છે અને બંનેથી પ્રાણીઓ મરી જાય છે. (૪) જેમ અણીવાળા પદાર્થો તરફ વિદ્યુત એકઠી થાય છે—આકર્ષાય છે, તેમ જ વીજળી મિનારાઓ, ઝાડની ટોચ ઉપર અને પર્વતના શિખર ઉપર પહેલી પડે છે. આ પ્રમાણે ગુણો સરખા હોય તો પછી આકાશની વીજળી અને કૃત્રિમ વિદ્યુત બંનેનું અંતિમ સ્વરૂપ એક જ હોવું જોઇએ; અને જેવી રીતે વિદ્યુત ત્રાંબાના તાર કે સળિયામાં જલદીથી સંવહન કરે છે તેવી જ રીતે આ આકાશી વીજળીને પણ તાંબાના સળિયા વતી જમીનમાં ઉતારી દેવામાં આવે તો દર વર્ષે મકાનોને અને બીજી વસ્તુઓને થતું નુકશાન બચાવી શકાય. પરંતુ આ વિચાર તે સમયે રોયલ સોસાયટીના વિદ્વાન સભ્યોને ગમ્યો નહિ અને ઊલટું ફ્રેન્કલીનની મશ્કરી થઇ. પણ આથી નિરાશ ન થતાં પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ કરીને આકાશની વીજળી નીચે લાવવાને માટે તેણે તૈયારી કરીઃ રેશમી કપડાનો ટુકડો કરતાં પણ મોટો પતંગ બનાવી તેને ઉપરના છેડે અણીવાળો લોખંડનો ટુકડો જડીને સાધારણ સુતરની દોરી વતી આ પતંગ એક તોફાની અને વર્ષાદવાળી સવારે ઊંચે આકાશમાં ચઢાવ્યો. આ દોરીને છેડે એક કૂંચી બાંધી અને કૂંચીના છેડા ઉપર રેશમી દોરો બાંધ્યો કે જેથી એકઠી થયેલી વીજળી નાસી જાય નહિ. આ પ્રમાણે તૈયારી કરીને અને પતંગની દોરીને ઝાડે બાંધીને ફ્રેન્કલીન અને તેનો છોકરો એકાંતમાં બેઠા. થોડીવાર પછી સખત ઝાપટું આવ્યું, દોરી અને

પતંગ ભીનાં થઈ ગયાં, અને એકાદ બે વીજળીના ચમકારા થયા.. પછી દોરી ઉપરની રુવાંટી ઊભી થઇ ગઇ. ફ્રેન્કલીનને સંતોષ થયો કે તેનો પ્રયોગ સફળ થયો હતો. કૂંચીને પોતાની આંગળી લગાડતાં તેમાંથી તણખો નીકળ્યો અને થોડીવાર પછી તેણે કૂંચીમાંથી તેના શરીરમાં વિદ્યુતના તણખા જોયા. હવે ભલેને રોયલ સોસાયટીના સભ્યો હસે અથવા હાંસી કરે, પરંતુ ફ્રેન્કલીને આકાશની વીજળીને નીચે ઉતારી હતી, અને આ વીજળીનું અને કૃત્રિમ વિદ્યુતનું સ્વરૂપ અને ગુણ એક જ છે એ સિદ્ધ કર્યું હતું. ત્યારપછી, તેના ઘરમાં આ વીજળી આકાશમાંથી ભેગી કરવાનું યંત્ર બનાવ્યું હતું: અને તે શોધ પછી જ મોટાં મકાનોની ટોચને ત્રાંબાની પટીથી મઢીને વીજળીના કોપથી રક્ષિત કરવાનો રિવાજ શરૂ થયો છે.

ગૅલ્વેની અને વૉલ્ટા

જે સમયમાં ફ્રેન્કલીને આકાશની વીજળી અને કૃત્રિમ વિદ્યુત (જે કાચ અને રેશમ અથવા ચામડું ઘસવાથી, અથવા તો લાખ યા કેરબો અને ઊન ઘસવાથી ઉત્પન્ન થાય છે) એ બે એક જ પ્રકારની છે તે સિદ્ધ કર્યું, તે જ સમયે ગૅલ્વેની (૧૭૩૭–૧૭૯૮)-એ પ્રાણીઓમાં રહેતી પ્રાણીજ વિદ્યુતની અને વૉલ્ટાએ (૧૭૪૫–૧૮૨૭) ધાતુઓમાંથી નીકળતી ધાતુજ વિદ્યુતની શોધ કરી હતી. આ પ્રમાણે દેડકાના પગના મજ્જાતંતુઓ બહારના કોઈ પણ સંસ્કાર સિવાય વિદ્યુતપ્રવાહને ઉદ્‌ભાવી શકે છે; વૉલ્ટાએ જસત અને ત્રાંબું એ બે ધાતુના કકડાને સાથે રાખવાથી તેમાંથી વિદ્યુત-પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવી આપ્યું હતું. જીભની ઉપર અને નીચે ત્રાંબાનો પૈસો અને જસતનું ગોળ ચકતું સાથે રાખવાથી આ વિદ્યુતપ્રવાહનો અનુભવ આપણને મળી શકે છે; આ વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાણીમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે કે ધાતુમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે તે વિષે ગૅલ્વેની અને વૉલ્ટા વચ્ચે ઘણો વિવાદ થયો હતો; પરંતુ તેઓ બંને ખરા હતા અને બંને જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઇ શકે.

છે તે વાત પછીથી સિદ્ધ થઇ હતી. વોલ્ટાની શોધનો પાછળથી ઘણી રીતે વિકાસ થયો છે. બે ધાતુની વચ્ચે ફક્ત પાણીને બદલે તેજાબવાળું પાણી રાખવામાં આવે તો આ વિદ્યુતપ્રવાહ સહેલાઇથી પ્રદીપ્ત થઇ શકે છેઃ તેમાં પણ બે ધાતુના એક કોષને બદલે આવી કોષમાલા તૈયાર કરવામાં આવે તો તેમાંથી એટલો બધો પ્રબળ પ્રવાહ નીકળી શકે છે કે તેમાંથી તણખા અને પ્રકાશ પણ દેખાય છે. આ શોધમાંથી હાલના જમાનાના વીજળીના દીપક અને વીજળીના તારવાળા અને તાર વગરના ટેલીગ્રાફ અને ટેલીફોનની શરૂઆત થઇ છેઃ ત્યાર પછી વીજળી મેળવવાનાં યંત્રો અને વિદ્યુતની અનેક શોધ અને અન્વેષણ થયાં છે. પરંતુ વીજવિદ્યાના આદ્ય ઉપાસકોમાં ન્કલીન, ગેલ્વેની અને વોલ્ટાનાં નામ ભૂલી જવાં જોઇએ નહિ.

વીજવિદ્યાનાં સૈદ્ધાન્તિક પરિણામો

વીજવિદ્યાના અભ્યાસથી મનુષ્યને અનેક લાભ થયા છે. આધિભૌતિક સુખ અને આરામ, દીપક અને પંખાઓ, તારના સંદેશા, ટ્રામ, ગાડી અને વ્યવહારનાં સાધનો, ઔદ્યોગિક બળ વગેરે અનેક પરાક્રમોથી વીજવેત્તાઓએ જનસમાજને ઉપકૃત કર્યો છે. પરંતુ આ લાભના કરતાં મનુષ્યની અંતિમ સત્ય શોધવાની મહત્ત્વાકાંક્ષાને સંતોષનારી સૈદ્ધાન્તિક શોધની કિંમત ઘણી જ વધારે છે. દ્રવ્યનું બંધારણ કેવા પ્રકારનું છે, એ પ્રાચીન પ્રશ્નનો ઉત્તર છેલ્લા ત્રીસ વર્ષમાં જે સફળતાથી મળ્યો છે તેનું એક કારણ વીજવિદ્યાનો ઊંડો અભ્યાસ છે. અણુવાદ પ્રાચીન સમયથી પ્રચલિત છે પરંતુ તેનું ભૌતિક દૃષ્ટિએ સમર્થન અને આ અણુનું સ્પષ્ટ દર્શન, વીજવિદ્યાના અભ્યાસ પહેલાં અશક્ય હતું. ઈ. સ. ૧૮૯૫ પહેલાં જ્ઞાનની સરહદ બંધાઇ ગઇ હોય એમ લાગતું હતું, અને તે વખતે કોઇ પણ સિદ્ધાન્તો નવા શોધવાના બાકી રહ્યા હોય એમ દેખાતું ન હતું. પરંતુ થોડા જ સમયમાં પ્રાણીના દ્રવ્યમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવાથી થતા ફેરફારો, વાયુની નળીઓમાંથી

વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતાં તેમાંથી નીકળતા રોજન્જન કિરણો, કેથોડ કિરણો, ક્ષ–કિરણો, અને રેડિયમની શોધ અને તેમાંથી નીકળતાં કિરણો અને ઉપરનાં કિરણોનું સામ્ય–એ બધી ઘટનાઓના અભ્યાસથી દ્રવ્ય અને વિદ્યુતના સ્વરૂપ અને બંધારણ વિષે વિદ્વાનોના વિચારો બદલાઈ ગયા અને લગભગ દશ વર્ષમાં આ વિષયમાં વિપ્લવમય પરિવર્તનનો અનુભવ થયો.

જલમય દ્રવણમાં વિદ્યુતનો પ્રવાહ

જુદા જુદા રાસાયનિક પદાર્થોને પાણીમાં ઓગાળીને આ દ્રવણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવાથી રાસાયનિક પદાર્થોના ધન અને ઋણ એ બે ભાગ પડી જાય છે. ત્રાંબુ, રૂપું કે સોનું એમાંથી કોઇપણ ધાતુના ક્ષારનું પાણીમાં દ્રવણ લઇને તેમાંથી વીજ–પ્રવાહ પસાર કરવાથી ઋણ છેડા ઉપર આ ધાતુ છૂટી પડે છે, આનો ઉપયોગ ઢોળ ચઢાવવામાં થાય છે ઋણ તારા ઉપર આ ધાતુઓ ચઢતી હોવાને લીધે એમ સિદ્ધ થાય છે કે આ ધાતુઓના કણો ઉપર ધનવિદ્યુત લાગેલું હોવું જોઇએ; આ વીજવાળા જલમય કણોને "આયન"નું નામ આપવામાં આવે છે. "આયન" બે પ્રકારનાં હોઈ શકે–ધન અને ઋણ. ક્ષારોનાં દ્રવણના વર્તનની સમજુતી માટે આ "આયોનિક" સિદ્ધાન્ત ઘણો જ ઉપયોગી થઈ પડયો છે. સાધારણ મીઠાનું રાસાયનિક નામ સોડયમ ક્લોરાઇડ કહેવાય છે, તેના દ્રવણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ દાખલ કરવામાં આવે તો ધન છેડા ઉપર ક્લોરીન વાયુ તાત્વિક રૂપમાં છૂટો પડશે અને ઋણ છેડા ઉપર સોડિયમ ધાતુ છૂટી પડીને તેનું રૂપાંતર થઈ જશે, આ પ્રમાણે થયેલું દ્રવણ તેમાંના ક્લોરીનને લીધે કારખાનાઓમાં નિખાર કાઢવાને માટે–બ્લીચીંગ માટે–વપરાય છે. આ "આયનો" નરી આંખે જોઈ શકાય છે; ત્રાંબાના "આયનો"નો રંગ લીલાશ પડતો હોય છે, તેવી જ રીતે ક્રોમાટના "આયનો" અને ક્રોમેટનાં "આયનો"ની ગતિ તેમના રંગને

સીધે સ્પષ્ટ જોઇ શકાય છે. આ "આયનો" અને અણુવાદના પરમાણુમાં ફેર એટલો જ કે આ "આયનો" ઉપર વિદ્યુત લાગેલું હોય છે અને તે પાણીના દ્રવણુમાં જ રહી શકે છે.

વાયુમાં વીજનો પ્રવાહ

પાણીનાં દ્રવણોમાંથી વીજપ્રવાહ પસાર થવાથી જેવાં "આયનો" ઉત્પન્ન થાય છે તેવાં જ "આયનો" વાયુમાંથી આ પ્રવાહ પસાર થવાથી ઉત્પન્ન થાય છે. આવાં "આયનો" સિવાય વીજનો પ્રવાહ પાણી કે વાયુમાં થઇને પસાર થઇ શકે જ નહિ. કારણ કે તે બંને વસ્તુઓમાં વીજપ્રવાહ પસાર કરવાની શકિત છે જ નહિ. જેમ દ્રવણુમાં ધન અને ઋણ જાતનાં "આયનો" જુદા જુદા છેડે છૂટા પડે છે તેવી જ રીતે વાયુમાં વિદ્યુત પસાર કરવાથી લગભગ તેવી જ ઘટના જોવામાં આવે છે. વાયુનું દબાણ ઓછું કરવાથી ધન છેડેથી અને ઋણ છેડેથી જુદી જુદી જાતનાં કિરણો દેખાય છે. ધન છેડેથી નીકળતાં કિરણોમાં ધનવિદ્યુત હોય છે; તેઓ ફકત સીધી દિશામાં જ જઇ શકે છે, પણ વિદ્યુત અને ચુંબકતત્ત્વની અસરથી આ દિશા બદલી શકાય છે. આ વિપથગમન માપવાથી તેમની ગતિ અને ઘનતાનું માપ લઇ શકાય છે, તે ઉપરથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે આ ધનકિરણો છૂટક પરમાણુઓનાં બનેલાં હોય છે અને આ રીતે તેમના પરમાણુભારાંકનો નિર્ણય થઇ શકે છે; આ પ્રમાણે પરમાણુના પ્રત્યક્ષ દર્શનનો-જોવાનો નહિ તો તેમના ગુણો અનુભવવાનો લાભ મળે છે.

દ્રવ્ય વીજમય છે.

ઋણ છેડા ઉપર નીકળતાં "કેથોડ કિરણો" વધારે વિલક્ષણ છે. આ કિરણો સંગીન વસ્તુઓ ઉપર પડે છે ત્યારે તેમાંથી રૉન્જન્ત કિરણો અથવા ક્ષ-કિરણો નીપજે છે. ધન કિરણોમાં ધન વીજવાળાં પરમાણુ હોય છે, તેમ આ ઋણ કિરણોમાં ઋણ-વીજવાળા વીજાણુઓ હોય છે. તેઓ પણ ફકત સીધી દિશામાં

જઈ શકે છે: અને વિદ્યુત અને ચુંબક ક્ષેત્રની અસરથી તેમના પથની દિશા બદલી શકાય છે. આ વિપથગમનના માપથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે આ ઋણકિરણો છૂટક વીજઅણુઓના બનેલા હોય છે. તેમની ગતિ સેકન્ડના ૧૮૦૦૦ માઇલ જેટલી એટલે પ્રકાશનાં કિરણોના કરતાં દસમા ભાગ જેટલી જ છે અને તેમનું વજન ઘણું જ હલકું છે. સર્વથી હલકા ગણાતા હાઇડ્રોજન (જલવાયુ), જેનો અણુભારાંક એક જ ગણાય છે તેના આઠસોમા ભાગ જેટલું જ તેનું વજન છે. ધનકિરણોમાં મળી આવતા પરમાણુઓના ગુણો, અને પરમાણુભારાંક પ્રયોગમાં વપરાયેલા વાયુની સાથે બદલાય છે, પરંતુ ઋણકિરણોના વીજાણુઓ તો નિશ્ચિંત અને નિર્વિકાર સ્વરૂપનાં છે. ગમે તે વાયુ વપરાય અને ગમે તેવી રીતે પ્રયોગ કરવામાં આવે તો પણ આ ઋણકિરણોમાં વીજાણુનું સ્વરૂપ સ્થાયી રહે છે. બધાં રાસાયનિક તત્ત્વોમાં આ વીજાણુ રહે છે અને તેમનામાં રહેલો વિદ્યુતનો અંશ એ ઋણ વિદ્યુતનો નાનામાં નાનો અંશ-એકમ હોવો જોઇએ એમ સિદ્ધ થાય છે. આ વીજાણુ એક ઘણી જ વિલક્ષણ વસ્તુ છે: તે દ્રવ્યમાત્રના તેમ જ શકિતના અંતિમ બંધારણનું કારણ છે-વિશ્વરચનાની અંતિમ ઇંટો છે-એમ કહી શકાય. આ વીજાણુની ગતિ વધારીએ તો તેનું વજન-ઘનતા* પણ વધે છે અને તેથી દ્રવ્યના વજનમાં આ વિદ્યુતનો ભાગ નાનો ન કહી શકાય. કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકો તો એમ કહે છે કે આ વીજાણુ દ્રવ્ય અને શકિતની એકતા દર્શાવે છે. પછી ત્યારે તમારે વિશ્વને કેવળ જડ દ્રવ્યનું બનેલું અથવા તો કેવળ વીજમય શકિતનું બનેલું ગણવું હોય તો ગણો.

રેડિયમવિદ્યા

આ સંબંધમાં રેડિયમની શોધ અને તેમાંથી નીકળતા

* Mass

નિ:સરણુ (એમેનેશન) વગેરેનો અભ્યાસ ઘણો જ રસમય અને ઉપયોગી છે. ૧૮૯૬ થી ૧૮૯૮ ના વર્ષોમાં આ સંબંધી મુખ્ય શોધખોળ થઇ હતી. તેમાં માદામ કયુરી નામના ફ્રેન્ચ સ્ત્રીવૈજ્ઞાનિકને હાથે થયેલી રેડિયમ તત્ત્વની શોધ એ અથાગ મહેનત અને બારીક નિરીક્ષણનું પરિણામ હતું. ત્યારપછી રેડિયમમાંથી નીકળતા નવા પદાર્થો તત્ત્વોની શોધ પ્રતિવર્ષે થતી આવે છે. રેડિયમમાંથી ઉત્પન્ન થતા પદાર્થોમાં વાયુમય નિ:સરણો ઘણાં જ અગત્યનાં છે. આ વાયુમય નિ:સરણો આલ્ફા, બીટા, ગૅમા કિરણો વગેરે નામોથી ઓળખાય છે; તેમાંથી બે જાતનાં કિરણો ઉપર વર્ણવેલા ધન- અને ઋણ-કિરણોને મળતાં આવે છે. તેમના ગુણો અને વર્તનથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે ઋણુકિરણો ઋણુ વીજાણુઓનાં બનેલાં હોય છે અને ધનકિરણો ધન પરમાણુઓના બનેલા હોય છે. ધનકિરણોમાં હીલિયમ વાયુના પરમાણુ હોય છે એમ સિદ્ધ થયું છે. હવે રેડિયમમાંથી આ પ્રમાણે ઋણુ વીજાણુઓ અને હીલિયમની નિષ્પત્તિ થાય છે તે વખતે મોટા રાસાયનિક ફેરફાર થાય છે અને તેમાંથી એટલી બધી ઉષ્મા નીકળે છે કે જે ભાગ્યે બીજા કોઇપણ રાસાયનિક કાર્યમાં ઉદ્ભવતી હોય; આ રેડિયમમાંથી નીકળતાં તત્ત્વોનો અને સ્વત: રેડિયમ જે બીજાં તત્ત્વોમાંથી બની શકે છે તેમનો સંબંધ ઘણો જ વિચક્ષણ છે; યુરેનિયમ નામના મૂળતત્ત્વ-માંથી નવાં મૂળતત્ત્વો બને છે એ ઘટના રસાયનશાસ્ત્રના સાધારણ સિદ્ધાન્તોથી તદ્દન નવા જ પ્રકારની છે. સર વીલિયમ રેમ્સેએ જ્યારે રેડિયમમાંથી હીલિયમ ગૅસ બને છે એ શોધ કરી, ત્યારે તેને એક તત્ત્વમાંથી બીજું તત્ત્વ પેદા થાય છે એ વિચાર જ એટલો બધો વિપ્લવમય લાગ્યો હતો કે તે શોધ ફરી ફરીને તપાસીને ખાત્રી કર્યા પછી જ બહાર પાડી હતી. હવે આ ઘટના-ઓની સમજૂતી સારી રીતે મળી ગઇ છે અને રેડિયમ અને તે સમૂહનાં તત્ત્વો સ્થાયી નથી પરંતુ તેમના પરમાણુઓ સહેલાઈથી

વિભાજિત થઇ શકે છે એમ મનાય છે. આ પરમાણુભંગવાદ બધી જાણીતી બાતમીની સમજૂતી આપી શકે છે. રેડિયમ સમૂહનાં તત્ત્વોના પરમાણુઓમાંથી એકાદ પરમાણુ દરેક કલાકમાં વિભાજિત થાય છે; આ વિભાજનમાં ઘણી જ ઉષ્માશક્તિના આવિર્ભાવની સાથે હીલિયમ નામનો વાયુ છૂટો પડે છે અને તેની સાથે નવાં તત્ત્વો બને છે. હીલિયમનો પરમાણુભારાંક ૪ છે, અને હીલિયમના એક અથવા બે પરમાણુ છૂટા પડવાથી નવાં તત્ત્વોનો આવિર્ભાવ થાય છે તે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય:

	હીલિયમના બે અણુ=૮	હીલિયમનો એક અણુ=૪	હીલિયમના ચાર અણુ=૧૬
યુરેનિયમ, ૨૩૮.૫	આયોનિયમ ૨૩૦.૫	રેડિયમ, ૨૨૬.૫	પોલોનિયમ— ૨૧૦.૫

નવાં તત્ત્વોની નીચે તેમના પરમાણુભારાંક દર્શાવવામાં આવ્યા છે અને તે દરેકની વચ્ચે ચાર અથવા ચારના ગુણાકાર જેટલું અંતર રહે છે. એમ ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે રેડિયમનું અમુક વજન આવી રીતે અઢી હજાર વર્ષમાં અડધું થઇ જશે. તે દરમિયાન તેમાંથી અગણિત શક્તિનો આવિર્ભાવ થઇ જશે અને તેમાંથી કેટલાએક નવા પદાર્થો અને તત્ત્વો નીપજશે! રેડિયમમાંથી લીથિયમ અને ત્રાંબું બને છે એ ઘટના ઘણી જ આશ્ચર્યજનક ગણી શકાય. ત્રાંબામાંથી રૂપું, અને રૂપામાંથી સોનું, અને પારામાંથી સોનું બનાવવાને પારસમણિ શોધવાને કીમિયાગરો અનેક દેશોમાં હજારો વર્ષોથી નિષ્ફળ મહેનત કર્યા કરે છે; પરંતુ રેડિયમનાં સ્વયંભૂ રૂપાંતરો જોઇને કીમિયાગીરીની શકયતા વિષે કાંઇક આશા ઉપજે છે. પારાના અને સોનાના અણુભારાંકમાં બહુ ફેર નથી. પારદના પરમાણુભારાંક (૨૦૦.૬) અને સોનાના પરમાણુભારાંક (૧૯૭.૧) વચ્ચે ફક્ત ૩.૪નો ફેર છે: આ ફેર લગભગ હીલિયમના પરમાણુભારાંક (૪) ના જેટલો છે,

અને તેથી રેડિયમ સમૂહના પરમાણુભાગ પ્રમાણે પારદમાંથી સોનું બની શકવાના સંભવ ઓછા નથી. ૧૯૨૬ ની આખરમાં નવી શોધ બહાર આવી હતી કે હાયડ્રોજનમાંથી હીલિયમ પ્રાપ્ત થઇ શકે છે. ૧૯૪૬ માં શોધ પ્રસિદ્ધ થઇ છે કે પારાની બારીક ફિલ્મ જેવી પાતળી સપાટી ઉપર અતિગતિમાન અણુઓને ફેંકવાથી તેમાંથી સોનું બને છે: આ પ્રમાણે કીમિયાગરોનાં સ્વપ્નાં સાચાં પડ્યાં છે. પરંતુ તે પ્રમાણે સોનું બનાવવાનું ઘણું મોઘું પડે, અને તે ઉપરાંત અર્વાચીન ભૌતિક વિજ્ઞાનીઓ આ ધંધા કરતાં વધારે અગત્ય દ્રવ્યની રચના સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાને આપે છે.

એક તત્ત્વમાંથી બીજાં તત્ત્વોનું રૂપાન્તર થાય છે, એ ઘટનાને લીધે તત્ત્વની વ્યાખ્યાને મૂળથી જ ફેરવવી પડશે. અને તેનાં બીજાં કારણો પણ છે. એક જ તત્ત્વ જુદાં જુદાં રૂપમાં રહી શકે છે એ આપણે જાણીએ છીએ પરંતુ એક જ પરમાણુભારાંકવાળાં જુદાં જુદાં તત્ત્વો હોઇ શકે છે એ ઘટના પણ ઘણી વિચિત્ર છે. તદ્‌ગુણી × અને તદ્‌વજની + એ નવી જાતનાં તત્ત્વોની શોધથી દ્રવ્યના બંધારણ અને પરમાણુની રચના વિષે નવું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું છે. હાયડ્રોજનના સાધારણ ૭ હજાર પરમાણુઓમાં એક જ પરમાણુ આવું ભારે હોય છે અને તેના પરમાણુભારાંક એક નહિ પણ બે હોય છે. તેવા ભારે હાયડ્રોજનમાંથી ભારે પાણી બને છે; અને આ ભારે પાણીની ઘનતા ૧૧૦૦, ઊકળવાનું બિંદુ ૧૦૧.૪, અને ઠરવાનું બિંદુ ૩.૮૦—સાધારણ પાણીની ઘનતા ૧૦૦૦, ઊકળવાનું બિંદુ ૧૦૦.૦ ઠરવાનું બિંદુ ૦.૦ છે તેના કરતાં જુદાં-ઊંચાં હોય છે અને આ ભારે પાણી પ્રાણીજીવનને નુકસાન કરે છે.

રેડિયમ અને પરમાણુવાદ

રેડિયમની શોધથી પરમાણુવાદ તૂટી જતો નથી. દ્રવ્યના

× *Isotope* + *Isobare*

નાનામાં નાના કણ તરીકે અણુની કલ્પના વાયુની ગતિ અને આયતન વગેરેની તપાસમાં ઉપયોગી થઇ છેઃ તેવી જ રીતે રાસાયનિક તત્ત્વોના નાનામાં નાના કણ પરમાણુ છે એ કલ્પના ઘણી જ ઉપયોગી અને ફલપ્રદ છે. રેડિયમની શોધથી એટલું થયું કે આ પરમાણુઓ જે અવિભાજ્ય ગણાતા હતા તેમનાં આ લક્ષણને અપવાદ મળ્યા છેઃ તે છતાં સાધારણ રાસાયનિક સંયોજનમાં પરમાણુ એ સંયોજનના એકમ છે અને આ સંયોજનમાં પરમાણુભારાંક વિના ચોક્કસ ગણત્રી થઇ શકે નહિ. વળી રેડિયમ સમૂહનાં અસ્થિર ગણાતાં તત્ત્વોના પણ પરમાણુભારાંક સુનિશ્ચિત છે. આ પ્રમાણે પરમાણુવાદમાં જરા ફેરફાર થવા છતાં પણ મૂળ સિદ્ધાન્ત કાયમ રહ્યો છે. એટલું જ નહિ પણ રેડિયમ ક્રિયાના અભ્યાસથી પરમાણુની રચના અને પરમાણુના લક્ષણ વિષે વધારે ખાત્રી થતી જાય છે. અણુનું કદ એટલું નાનું છે કે તેનો તર્ક પણ આપણાથી થઇ શકે નહિઃ એક ઇંચનો ત્રીસ કરોડમો ભાગ આપણાથી જોઈ શકાય તો આપણને અણુનો ખ્યાલ આવે. અણુના કરતાં પરમાણુ પણ ઘણા જ નાના હોય અને તેથી તે જોઇ શકાય નહિ. પરંતુ હીલિયમ વાયુના કણો જોઇ શકાય એવી ઘટના રેડિયમ-ક્રિયાની શોધખોળમાં મળી આવી છે. હીલિયમના પરમાણુઓ રેડિયમમાંથી છૂટા પડે છે તે વખતે તેમનામાં ધનવીજનો અંશ હોય છે. આ ધનવીજથી હીલિયમના પરમાણુઓની ગતિનું આપણને ભાન થઇ શકે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્રમાં અજબ શોધો થઇ છે. અણુ, પરમાણુ અને વીજાણુની ઉત્પત્તિ, અને બંધારણ સંબંધી અને તેમાંથી પ્રોટોન, પોઝીટ્રોન, મેસીટ્રોન, ન્યૂટ્રોન, ડયૂટ્રોન, વગેરે અગત્યના નવા સૂક્ષ્માણુઓ, અને વિશ્વરશ્મિ જેવાં નવા પ્રકારનાં કિરણો અને અણુબોમ્બની શોધ એ પણ વિપ્લવકારક શોધો ગણી શકાય.

છેલ્લી શોધો પ્રમાણે દ્રવ્યમાત્ર બે પ્રકારના પરમાણુઓનું બનેલું

છે એમ ગણાય છે, તે બ'ને જડ નહિ પણ વીજમય હોવાથી હવે દ્રવ્યને જડ કહી શકાય નહિ. દ્રવ્યમાત્રમાં ધન અને ઋણ વીજ સરખા પ્રમાણમાં હોવાને લીધે આ વીજમય દ્રવ્ય ભલેને જડ જેવું લાગે, પણ અ'દર તો ધનવીજ વાળો ભાગ, પ્રોટોન અને ઋણવીજ વાળો ભાગ, વીજાણુ–ચૈતનમય હોવા છતાં સ'પીને રહે છે. પ્રોટોનના કણ વધારે ભારે–વીજાણુ કરતાં લગભગ ૧૮૪૭ ગણા ભારે હોય છે. વળી પરમાણુમાં પ્રોટોન અને વીજાણુની ગોઠવણ વિલક્ષણ હોય છે પ્રોટોનના કણ અને અડધા વીજાણુઓના કણ સ'ઘટિત થઈને મધ્યબિ'દુ+માં રહે છેઃ અને બાકીના અડધા વીજાણુઓ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરતા ગ્રહોની માફક ફરતા રહે છે. આ છૂટા વીજાણુઓની સ'ખ્યા ગણી શકાય છે અને તેના ઉપરથી પરમાણુભારાંકની સ'ખ્યાં નક્કી થાય છે. સાધારણ મીઠામાં રહેલા ક્લોરીનની રચના જાણવા જેવી છે. તેમાં ૩૫ પ્રોટોન અને ૩૫ વીજાણુઓ હોય છે, તેમાંથી ૩૫ પ્રોટોન અને ૧૮ વીજાણુઓ સ'ઘટિત સ્વરૂપમાં ધનવીજ સાથે રહે છેઃ અને ૧૭ વીજાણુઓ ઋણવીજ સાથે ફરતા રહે છે. આ પ્રમાણે બધાયે તત્વોના પરમાણુભારાંકની સમજૂતી મળે છે. હવે પરમાણુ–ઓમાંથી મધ્યબિ'દુઓ તેમ જ વીજાણુઓને છૂટા પાડી શકાય છે. પણ છૂટા પડતી વખતે તેમાંથી પ્રચ'ડ શક્તિ ઊપજે છે જેનો ઉપયોગ પરમાણુબૉમ્બ બનાવવામા થયેલો છે, અને જેને વધારે લાભકારક રૂપમા પરિવર્તન કરવાને વૈજ્ઞાનિકો મથે છે. આ પરમાણુશક્તિ હીરોશીમા અને નાગાસાકી જેવાં શહેરોના નાશમાં વપરાવાને બદલે યન્ત્રો ચલાવવામાં કે રોગનિવારણમાં વાપરવાને માટે આંતરરાષ્ટ્રીય અને દરેક દેશની રાજ્યસ'સ્થાઓ પ્રય'ન કરી રહી છે. તેમાં સફળતા મળેથી વિશ્વનાં કલ્યાણના સાધનોમાં વૃદ્ધિ થશે જ.

અણુવિભાજનનું કાર્ય રોગનિવારણમાં વપરાવાનું શરૂ થઈ ગયું છે. યુરેનિયમ, થેરિયમ, અને રેડિયમ જેવાં ભારે તત્ત્વો–

+ Nucleus

માંથી વિભાજનથી નવાં તત્ત્વો બને છે તે વાત તો ઘણા સમયથી જાણીતી છે. પરંતુ બોરોન અને પોટાશિયમ જેવા હલકા અણુભારાંક વાળાં તત્ત્વોને પણ તોડી શકાય છે. અને વિભાજક શકિત કેવળ ત્વરિત ગતિવાળા વીજાણુઓ અને પ્રોટાનમાં જ છે એવું નથી. એક પ્રોટાન અને એક વીજાણુના બંધારણવાળાં ન્યૂટ્રોન અને બે પ્રોટાન અને બે વીજાણુના બનેલા ડયૂટ્રોનના કણો પણ આ વિભાજનમાં ઉપયોગી હોય છે. વિભાજનકાર્ય સાયક્લોટ્રોન નામના નવા અદ્‌ભુત યંત્રમાં કરવામાં આવે છે. આ યંત્રમાં પારદમાંથી સોનું બની શકે છે પરંતુ તેમ ન કરતાં નવાં રેડિયમપ્રેરિત દ્રવ્યો (રેડિયમને બદલે) ઇસ્પિતાલોમાં વાપરવા માટે બનાવવામાં આવે છે. પ્રોટાન, ન્યૂટ્રોન, કે ડયૂટ્રોન જેવાં પ્રચંડ શકિતવાળાં કણોનો પ્રવાહ અમુક વસ્તુઓ ઉપર પડે તો તેમના તત્ત્વમય પરમાણુઓને વિભાજન કરીને રેડિયો-સોડિયમ, રેડિયો-ફોસ્ફરસ, રેડિયો-લોહ, રેડિયો-આયોડીન, રેડિયો-કાર્બન, રેડિયો-કેલ્સ્યમ એવા રેડિયમ પ્રેરિત ગુણોવાળા પદાર્થો બને છે; તે સોના કરતાં અત્યંત કીમતી અને ઉપયોગી હોય છે.

દ્રવ્યનું મુખ્ય બંધારણ સૂક્ષ્મતમ વીજાણુથી રચાયેલું છે એ જાણ્યા પછી છેલ્લાં ચાલીસ વર્ષમાં તે જ્ઞાનનો ઉપયોગ અસંખ્ય રીતે કરવામાં આવ્યો છે. આ વીજાણુ છૂટા પાડી શકાય છે અને તેની ગતિ અને પ્રવાહનું નિયમન કરી શકાય છે: અને તેના અભ્યાસને માટે ઇલેકટ્રોનીકસ-વીજાણુવિદ્યા નામની વિજ્ઞાનની નવી શાખા બંધાઇ છે. તેનાથી વીજળીનો પ્રવાહ જ્યાં જ્યાં વપરાય છે એ બધા ધંધામાં મહાપરિવર્તન થયું છે; ક્ષ-કિરણો ઋજુકિરણો રેડિયોના વપરાશમાં તો ઘણી રીતે આવે છે; લઘુતમ× તરંગોવાળા વીજાણુને વાપરીને "રડર" નામના પ્રખ્યાત યુદ્ધસાધનની શોધ થઇ છે કે જેથી દૂર દૂર સુધી આકાશમાં ઊડતા એરોપ્લેનની અને રેલ્વે ટ્રેનની ગતિનું જ્ઞાન મળી શકે છે. તેનો ઉપયોગ યોગ્ય રીતે કરવામાં આવે

× Ultra short

સો એરોપ્લેનો અને રેલ્વે ટ્રેનોના અકસ્માતો ઓછા થઇ શકે અથવા સદંતર બંધ થઇ શકે. આવા "રડર" યંત્રો પૂનાની વેધશાળામાં હમણાં જ મૂકવામાં આવ્યાં છે; અને તેનાથી ૬૦૦૦૦ ફીટ જેટલી ઊંચાઇ સુધી વાદળોની, વીજનાં તોફાનોની, વર્ષાદની ગતિની માહિતી અને નિરીક્ષણ મળી શકે છે, અને અતિવૃષ્ટિ કે વીજનાં તોફાનોથી બચવાને માટે સૂચના મેળવી શકાય છે. "નાયલોન" નામનું બનાવટી કાપડ બનાવવામાં, સંરક્ષક× કાચ બનાવવામાં, બહારના તાપ વગર ખોરાકને રાંધવામાં, અને પેકબંધ ખોરાક બગડી ન જાય તેને માટે બહારથી રક્ષણ કરવામાં, આવા ઉચ્ચગતિવાળા[1] તરંગો પણ ઉપયોગી થઇ પડયા છે. ધાતુઓના ઉદ્યોગમાં પણ વીજાણુવિદ્યા ઘણી ઉપયોગી થઇ પડે છે. ધાતુઓનાં પતરાંની બનાવટમાં, પતરાં જોડવાની અને સાંધવાની હિકમતમાં કાંઇપણ ખોડ ન રહી જાય તેને તપાસવા માટે નવી પદ્ધતિ પ્રમાણે ક્ષ-કિરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પરંતુ સર્વથી વધારે અગત્યનો ઉપયોગ તો વિરાટ-સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની શોધમાં થયો છે. સાધારણ સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં વસ્તુઓ પચાસ કે સો ગણી જ મોટી દેખાય છે; અને તેમાં ખાસ યુક્તિથી ૪૦૦ કરતાં વધારે મોટી નથી દેખાતી. પરંતુ તેથી વધારે મોટી વસ્તુઓ જોવાને માટે આપણો સાધારણ પ્રકાશ જ ઉપયોગી થતો નથી: કારણ કે તેમાંથી વધારે વિગતો કાંઇ વધુ સ્પષ્ટ દેખાઇ શકાતી નથી. જે પ્રકાશથી વસ્તુઓ સૂક્ષ્મદર્શકમાં જોવામાં આવે છે તે પ્રકાશની શકિત બદલી શકાય તો જ વસ્તુઓ વધારે દેખી શકાય. જાંબુલાતીત પ્રકાશ નરી આંખે જોઇ શકાતો નથી: પણ તેના ફોટો પરથી જોઇ શકાય છે. તેનો ઉપયોગ કરવાથી એક ઇંચના હજારમા ભાગ સુધીની બારીક વિગતો જોઇ શકાય છે અને ૫૦૦૦ જેટલું મહદીકરણ સિદ્ધ કરી શકાય છે: વળી વીજાણુઓનો ઉપયોગ કરવામાં

× Safety 1. High frequency

આવે તો વસ્તુઓ મૂળ કરતાં સો ગણી મોટી દેખી શકાય. આ નવીન જાતનાં યંત્રોથી વસ્તુઓને એટલા નાના રૂપમાં ભાગી નાખવામાં આવે છે–સૂક્ષ્મતમ રીતે છૂટી પાડવામાં આવે છે અને એટલા મોટા રૂપમાં વસ્તુઓનું સ્પષ્ટતાથી નિરીક્ષણ થઇ શકે છે કે તેમને ૨૦,૦૦૦, ૪૦,૦૦૦ અને ૬૦,૦૦૦ જેટલા મોટા રૂપમાં જોઈ શકાય છે અને એમ પણ ધારવામાં આવે છે કે ૧,૫૦,૦૦૦ જેટલું મોટું મહદીકરણ મેળવી શકાય એમ છે. આ વસ્તુઓ કેટલી મોટી દેખાય છે તે જાણવાને માટે એક દૃષ્ટાંત બસ છે. સાધારણ પાતળો ચીનાઇ કાગળ આ સૂક્ષ્મદર્શકમાંથી જોવામાં આવે તો નવ ફુટ જેટલો જાડો દેખાય! આવી રીતે અદશ્ય વસ્તુઓ દૃષ્ટિગત થવા પામી છે. તમાકુ, ટમેટા વગેરેના છોડને નાશ કરનારાં અદશ્ય ગણાતાં સત્ત્વો–રસી[1] અને ઇન્ફ્લુએન્ઝા તાવના કારણરૂપ અંતિમ સત્ત્વોને, પ્રત્યક્ષ જોવામાં આવ્યાં છે. વળી જંતુઓનો નાશ કેવી રીતે થાય છે અને જંતુવિનાશક દ્રવ્યો કેવી રીતે જંતુઓને મારી નાખે છે તે બધી ઘટનાનાં આ વીજાણુ–સૂક્ષ્મદર્શકથી સૂક્ષ્મ ચિત્રો લઇ શકાય છે, અને તેનાં ચિત્રો અને ચિત્રપટો પણ હમેશને માટે રાખી શકાય છે. હજુ સુધી પરમાણુઓ આ યંત્ર મારફત જોઇ શકાયા નથી પરંતુ અણુઓ જોઇ શકાય છે તેવું સર જયોર્જ થોમ્સન તરફથી કહેવામાં આવ્યું છે. જે અણુમાં વીસ હજાર પરમાણુ હોય તેવા અણુઓનાં ચિત્રો લઇ શકાય છે: પણ તેનાથી બારીક પરમાણુ જોઇ શકાતા નથી, કારણ કે તેમને છૂટા પાડવામાં જ આખા દ્રવ્યનો નાશ થઇ જાય છે, અને અટકાવવામાં ઘણી હિકમત અને બુદ્ધિ વાપરવી પડે છે. પરંતુ સૂક્ષ્મતમ પરમાણુઓના સ્પષ્ટ દર્શનના દિવસો હવે બહુ દૂર નથી. મનુષ્યની મર્યાદિત દૃષ્ટિ અને જ્ઞાનસાધનને આવી રીતે ઘણો વિકાસ મળ્યો છે. વિશ્વમાં કરોડો માઇલના દૂરના અંતરમાં વસતા તારાઓ, નિહારિકાનું જ્ઞાન મેળવવાને

1 virus

માટે વિરાટ દૂરબીનો, અને અત્યંત સૂક્ષ્મજંતુઓ, અણુઓ અને પરમાણુઓના સ્પષ્ટ દર્શન માટે મહાસૂક્ષ્મદર્શકો, વિશ્વની બહારથી આવતા વિશ્વરશ્મિને પકડીને અભ્યાસ કરી શકાય તેવાં સાધનો, આંખ અને કાનને અગોચર એવાં અતિ દૂરનાં વિમાનોની ગતિ ગ્રહણ કરવા "રડર" યંત્રો, એ આ યુગની નવી નવી સિદ્ધિઓએ મનુષ્યના જ્ઞાનની સીમા અને વિશ્વના ભૌતિક બળો ઉપરની નિયંત્રણ-શક્તિ ઘણી વધારી દીધી છે. વીજાણુઓ તેમ જ પ્રકાશનાં કિરણો એ બે મુખ્ય ઘટનાઓમાં બે રૂપ જોવામાં આવે છેઃ એક છૂટું ત્રુટક રૂપ અને બીજું તરંગનું રૂપ. આ ઉપરથી પ્રકૃતિમાં કણરૂપ અને તરંગરૂપ એ બે રૂપ-દ્વૈતરૂપ-પ્રચલિત છે એમ હવે સ્વીકારાય છે.

ઉપર પ્રમાણે દ્રવ્યનાં પ્રકૃતિ, રૂપ અને ગુણો વિષે નવી હકીકતો મેળવવા છતાં પરમાણુવાદના મુખ્ય સિદ્ધાન્તો બદલાયા નથી. પર-માણુઓની અંદરની રચના ગતિમાન અને અસ્થિર ગણી શકાય. પરંતુ સાધારણ ભૌતિક રાસાયનિક કાર્યોમાં આ પરમાણુઓ સ્થાયી ગણાય છે, અને રાસાયનિક ક્રિયામાં આ પરમાણુઓના યૂથ જ કામ કરે છે એ સિદ્ધાન્ત હજુ પણ ખરો છે. તત્ત્વની વ્યાખ્યામાં એટલો જૂજ ફેરફાર કરવો પડે છે કે તત્ત્વની અવિભાજ્યતા શાશ્વત હોતી નથી. એટલે કોઇ એક તત્ત્વના પરમાણુઓ અસ્થાયી હોવાને લીધે તેમાંથી બીજાં તત્ત્વો ઉદ્‌ભવી શકે. પરંતુ તે રૂપાંતર થવા પહેલાંના સમયમાં તો તે તત્ત્વના ગુણો સ્થાયી જ હોય છે, અને સાધારણ રાસાયનિક સંયોજનના નિયમને આધીન રહે છે.



પ્રકરણ ૧૧ મું: જીવવિદ્યા

વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

સૃષ્ટિના સજીવ અને નિર્જીવ એવા બે વિભાગ પાડીને નિર્જીવસૃષ્ટિનું વિજ્ઞાન અને સજીવસૃષ્ટિનું વિજ્ઞાન એમ વિજ્ઞાનના બે ભાગ ચોથા પ્રકરણમાં દર્શાવ્યા છે. નિર્જીવસૃષ્ટિના સંબંધી રસાયનશાસ્ત્ર અને ભૌતિકશાસ્ત્રના ઇતિહાસ વિષે જુદું પ્રકરણ પાડવામાં આવ્યું છે; જીવવિદ્યાનો વિભાગ ભિન્ન હોવા છતાં પણ આખરે સમગ્ર વિજ્ઞાન તો એક જ છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ પણ આ એકતા આપણને ડગલે પગલે બતાવે છે. સરળતાને માટે આપણે જીવવિદ્યાને અને માનસશાસ્ત્રને બીજાં ભૌતિકશાસ્ત્રોથી જુદું પાડીએ પરંતુ ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ તો આ બધી શાખાઓ સાથે જ ઉદ્ભવી છેઃ અને ભિન્ન ભિન્ન વિષયમાં કામ કરનારા વૈજ્ઞાનિકોએ સાથે જ કામ કરેલાં છે. પ્રથમ તો એરિસ્ટોટલ કે લિયોનાર્ડો ડ વીન્સી જેવા મહાપુરુષો વિજ્ઞાનનાં બધાં ક્ષેત્રો સાથે જ ખીલવી શકતા; પણ ધીમે ધીમે સમય એવો આવતો ગયો અને વિજ્ઞાનની શાખાઓ એટલી બધી વધતી ગઇ કે દરેક શાખામાં કામ કરનારાઓને સ્વતંત્ર રીતે કામ કરવું પડયું હતું. હાલમાં રસાયનવેત્તાઓમાં પણ ખનિજ રસાયન અથવા શરીરવ્યાપારરસાયન અથવા ઔદ્યોગિક રસાયનના પેટાવિષયમાં કામ કરનારાઓ વચ્ચે સમાગમ અને વિવેચનના પ્રસંગો ઓછા થતા જાય છે. તે છતાં વિજ્ઞાન તો એક જ છે. અને જીવવિદ્યાના ઇતિહાસને જુદો પાડવાથી વિજ્ઞાનની આ એકતામાં ક્ષતિ થતી નથી.

વિલિયમ હાર્વે

જીવવિદ્યાના મુખ્ય બે વિભાગ પાડી શકાય–વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા. પ્રાચીન ભારતમાં આ બંને વિષયમાં ઘણી માહિતી એકઠી કરવામાં આવી હતી અને તે વિષે જુદા પ્રકરણમાં ઉલ્લેખ કરવામાં

આવ્યો છે. યુરોપમાં પણ ૧૮મા શતક સુધી ઘણી જાતનું જ્ઞાન એકઠું કરવામાં આવ્યું હતું: પરંતુ તે સર્વેને સંકલિત કરીને તેમાંથી તત્ત્વોનું દોહન કરીને સાર્વત્રિક સિદ્ધાન્તોની તારવણી ઘણી જ મોડી થઇ હતી. ઉત્ક્રાન્તિવાદનું ભવ્ય મંદિર તૈયાર થતાં ઘણો સમય લાગ્યો, પરંતુ તે સમયમાં તૈયારી ઘણા જ સંગીન પ્રકારની થઈ. મધ્યકાલીન યુરોપમાં અંધશ્રદ્ધા અને મહાધિકારીઓનું સામ્રાજ્ય જ્ઞાનના દરેક ક્ષેત્રમાં હતું. વનસ્પતિના પાંદડાનો આકાર અથવા ફૂલનો રંગ ઇશ્વરે ખાસ કરીને તેના ઉપયોગ બતાવવાને માટે બનાવ્યો હતો એવી પ્રચલિત ભ્રાંતિઓને લીધે, તેમ જ રાજકીય અંધાધુંધીને લીધે, વનસ્પતિવિદ્યાના અભ્યાસને માટે બાગબગીચા પણ ન હતા. રાજકીય શાંતિ પ્રસર્યા પછી અને વૈદકમાં વનસ્પતિઓના વધતા ઉપયોગને લીધે, તેમ જ ફળફૂલના વધતા જતા શોખને લીધે, બાગબગીચા વધતા ગયા અને વનસ્પતિવિદ્યાનો અભ્યાસ પણ આગળ વધતો ગયો. કૈાપરનીકસ અને ગેલીલિયોના પ્રયાસથી પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધ વિષેનું અજ્ઞાન દૂર થયું એટલે તરત જ મહાધિકારીઓ અને જૂના પંડિતોની સત્તા તૂટવા લાગી. વૈદકની કલા પણ પાદરીઓ પાસેથી છૂટીને સ્વતંત્ર થઇ. દરેક ગામમાં ગાંધી[૧]ઓની મંડળી તરફથી વનસ્પતિઓમાંથી દવા બનાવવાને માટે બાગ રાખવામાં આવતા અને તેમાંનો એક નાનો બાગ હજુ પણ લંડનની ગીચ વસ્તીમાં છે; એકલા કામ કરવાને બદલે સમાજ સ્થાપવાનો રિવાજ પડી ગયો હતો, અને લંડનમાં હજામ-શસ્ત્રવૈદ્યોનું પણ એક શિષ્ટમંડળ[૨] હતું. તેમની એક કૉલેજમાં રક્તપરિક્રમણનો*શોધક વિલિયમ હારવે (૧૫૭૮–૧૬૫૭) અધ્યાપક હતો. શરીરમાં રક્ત ફરે છે એ વાત તો પ્રાચીન સમયથી જાણીતી છે. પરંતુ તે કેવી રીતે ફરે છે, અને તેમાં હૃદયનું શું કાર્ય છે અને થોડું જ રક્ત ફરી ફરીને શી રીતે આખા શરીરને

૧ Apothecaries ૨ Court of Barber Surgeons
* વધુ માટે જુઓ 'વિજ્ઞાનવિનોદ,' પૃ. ૧૦૧ થી ૧૧૬.

પેષે છે તે શોધ કરવાનું અને તેને માટે અઠ્ઠાવીસ વર્ષ સુધી સતત પ્રયોગો કરી સાબિતી બેસાડવાનું કામ એટલા ખંત, ધૈર્ય, અને સફાઇથી કર્યું હતું કે હાર્વેનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં સોનેરી અક્ષરે લખાઇ રહેશે. તેના સમયમાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર શોધાયું ન હતું તેથી બારીક કેશિકાઓ જેની મારફત ધમની અને શિરાઓમાંના રક્તનો વિનિમય થાય છે તેની પ્રત્યક્ષ સાબિતી તેનાથી થઇ શકી ન હતી. પણ માલપીધી (૧૬૨૮–૧૬૯૪) નામના ઇટાલિયન વૈજ્ઞાનિકે આ કામ સિદ્ધ કર્યું હતું. માલપીધીએ સૂક્ષ્મદર્શકની મદદથી પ્રાણી અને વનસ્પતિની અંદરની રચના અને શરીરના વ્યાપારનો અભ્યાસ કર્યો હતો. અને શરીરરચનાશાસ્ત્ર તેમ જ શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રના મૂલસ્તંભ રોપ્યા હતા.

લીનિયસ

વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા બંનેમાં સંપાદન કરેલા જ્ઞાનમાં તે સમયમાં વ્યવસ્થા કે નિયમ નહોતાં; અને તે લાવવાનું માન કૅરોલસ **લીનિયસ** (૧૭૦૭–૧૭૭૮) નામના **સ્વીડ** વૈજ્ઞાનિકને ઘટે છે. પરિભાષા અને વર્ગીકરણ સંબંધમાં તેણે ઘણું નવું કામ કર્યું હતું અને કેટલાએક વર્ષની મહેનત પછી નવી વર્ગીકરણની પદ્ધતિ બહાર પાડી હતી. પહેલાં તો વૈજ્ઞાનિક સંજ્ઞા નક્કી હતી જ નહિ. એક વનસ્પતિનું નામ લખવું હોય તો તેનું સંપૂર્ણ વર્ણન લખવું પડતું. તેને બદલે **લીનિયસે** જાતિ અને ઉપજાતિથી ઓળખાવવાની પ્રથા પાડી. "બિલ્લી વાઘ તણી માશી" એ જૂની કહેવત બિલાડી અને વાઘનો સંબંધ દર્શાવે છે; સિંહ, વાઘ અને બિલાડી એ એક જ જાતિની ઉપજાતિઓ છે એ દર્શાવવાને માટે તેમનાં નામ અનુક્રમે "ફેલીસ લીઓ," "ફેલીસ પાર્ડીસ" અને "ફેલીસ ડુમેસ્ટિકા" એમ પાડવામાં આવ્યાં. આ પ્રમાણે વનસ્પતિઓનાં નામ પણ નિશ્ચિત કરવાથી તે વિષયમાં કામ કરનારાને ઘણી સુગમતા પ્રાપ્ત થઇ. **લીનિયસની** વર્ગીકરણની પદ્ધતિમાં ફક્ત લિંગભેદ ઉપર

આધાર રાખવામાં આવ્યો હતો, પરંતુ વનસ્પતિનાં ફલ, બીજ, પુંકેસરની રચના ઉપરાંત સાધારણ રચનાના ભેદ પણ લક્ષમાં રાખવા જોઇએ એ દૃષ્ટિએ લીનિયસની પદ્ધતિમા પાછળથી ફેરફાર કરવા પડયા છે. પરંતુ એ નવા વર્ગીકરણની ઇમારત લીનિયસે રચેલા પાયા ઉપર જ બંધાઈ છે એટલું સ્વીકારવું પડશે. લીનિયસે વનસ્પતિની શોધ માટે લેપ્લાંડ દેશ સુધી છેક ઉત્તરમાં મુસાફરી કરી હતીઃ અને તેથી તેણે પ્રાણીઓનાં વર્ગીકરણમાં પણ સારી માહિતી એકઠી કરી હતી. દેશદેશના મનુષ્યોની ઉપજાતિઓના અનુભવને લીધે તેણે મનુષ્યનું વર્ગીકરણ બીજાં પ્રાણીઓની સાથે કર્યું હતું; અને માંકડાને અને મનુષ્યને એક જ વર્ગમાં મૂકયા હતા. પરંતુ તેનો સમકાલીન બુફૉ (૧૭૦૭–૧૭૮૮) નામનો ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક મનુષ્યને પ્રાણીની જાતમાં મૂકતાં ખચકાતો; તેમ છતાં બુફૉના વિશાળ અનુભવ અને તીવ્ર બુદ્ધિને લીધે એકવાર તેનાથી કહેવાઈ ગયું કે 'જો બાઇબલના સ્પષ્ટ શબ્દો વચ્ચે આવતા ન હોત તો ઘોડો અને ગધેડો, મનુષ્ય અને માંકડું, એ જાતિઓનું એક જ હોવું જોઇએ એમ ધારવાને મન થાય એવું છે.' પરંતુ આ શબ્દો તેને પાછા ખેંચી લેવા પડયા હતા! બાઇબલની સત્તા તે સમયમાં પણ કેટલી હતી તેનો ખ્યાલ આ ઉપરથી આવી શકે છે.

ઉત્ક્રાન્તિવાદ

બુફૉએ રચેલા પ્રાણીવર્ણન ઉપરથી કુવિયરે (૧૭૬૯–૧૮૩૨) પ્રાણીનું વર્ગીકરણ વધારે મજબુત પાયા ઉપર મૂકયું. પૃથ્વીના પ્રાચીન સ્તરોમાં મળી આવતા પ્રાણીઓના અવશેષોનો ખાસ અભ્યાસ કરીને તેણે પ્રાણીવિદ્યામાં નવું દૃષ્ટિબિંદુ ઊભું કર્યું. પ્રાણી-અવશેષવિદ્યાના અભ્યાસથી, વિદ્વાનોની ખાત્રી થતી ગઇ કે બાઇબલમાં વર્ણવેલો સૃષ્ટિક્રમ કોઇ પણ રીતે વિશ્વસનીય નથી. અમેરિકાની શોધને લીધે, અને મુસાફરોએ દેશવિદેશમાંથી આણેલાં

પ્રાણીઓ, વનસ્પતિઓ, અને તેમનાં જૂનરાવશેષોના અભ્યાસથી બાઇબલથી સ્વતંત્ર સૃષ્ટિક્રમ તૈયાર કરવાની આવશ્યકતા દિનપ્રતિદિન દૃઢ થતી ગઈ. બાઇબલના વિચાર પ્રમાણે તો જલપ્રલય પછી બાકી રહેલાં પ્રાણીઓ ફક્ત નોઆની બોટમાં રહેલાં હતાં; તે સિવાયનાં બીજાં પ્રાણીઓની શોધ થવાથી એ વિચાર હાસ્યાસ્પદ ગણાયો! તે છતાં પ્રાણીઓની જાતિઓની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઇ તે વિષે કાંઇ સંતોષકારક ઉત્તર ન મળવાથી સમાજનું વલણ બાઇબલનો ઉત્પત્તિક્રમ સ્વીકારવા તરફ હતું. પ્રાણી અને વનસ્પતિની જાતિઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે અને તે જાતિઓમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે એ સંબંધી ઉત્તર મેળવવો એ વિવેચનાત્મક જીવવિદ્યાનો મુખ્ય અને ટૂંક પ્રશ્ન હતો. જીવવિદ્યાના વર્ણનવિભાગ અને વર્ગીકરણવિભાગના કરતાં આ પ્રશ્ન વધારે અગત્યનો ગણાતો હતો. તેનો ઉત્તર આપણને એક શબ્દમાં અત્યારે મળી શકે–ઉત્ક્રાન્તિવાદ.* એક જાતિમાંથી બીજી જાતિ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે એ સ્થાપનાર, અને દરેક જાતિને સ્વતંત્ર રીતે બનાવવી પડે છે એ કલ્પનાને ખોટી ઠરાવનાર સિદ્ધાન્તનું નામ ઉત્ક્રાન્તિવાદ. આ ઉત્ક્રાન્તિવાદનો ઇતિહાસ બોધપ્રદ, અને વિજ્ઞાનની સમજૂતીને માટે આવશ્યક છે.

ઉત્ક્રાન્તિવાદની પ્રાચીનતા

એક જાતિમાંથી બીજી જાતિ ઉત્ક્રાન્ત થઇ શકે છે એ કલ્પના ભારતીય તત્ત્વજ્ઞાનમાં અપરિચિત નથી. બાઇબલની પેઠે હિન્દુશાસ્ત્રોમાં સૃષ્ટિ સાત જ દિવસમાં થઇ એવો આગ્રહ નથીઃ एकोऽहं बहु स्याम् એ વિચાર થતાં જ સૃષ્ટિનો આવિર્ભાવ થાય છે, અને હિરણ્યગર્ભમાંથી એક પ્રકારનાં વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે. મનુષ્યનો આત્મા બીજાં પ્રાણીઓના

* આ શબ્દને બદલે ગુજરાતીમાં વિકાસવાદ અયોગ્ય લાગે છે. ફૂલ વિકસે છે, ફાલે છે, પરન્તુ એક જાતિમાંથી બીજી જાતિ વિકસતી નથી પણ રૂપાંતર પામે છે; ઉત્ક્રાન્ત થાય છે–પલટો મારે છે.

આત્મા કરતાં ભિન્ન પ્રકારનો નથી તેથી મનુષ્યને માટે ખાસ દૈવીસર્જનની આવશ્યકતા નથી, વગેરે વિચારસંકલનામાં અર્વાચીન ઉત્ક્રાન્તિવાદના અંશો જોઈ શકાય છે. ચોવીસ અવતારની કલ્પના, તેમ જ ચોર્યાશી લક્ષ યોનિમાં યઈને જ મનુષ્યની આધ્યાત્મિક ઉન્નતિ થાય છે એ દૃઢ ભાવના, અને હિન્દુમત પ્રમાણે સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ અને લયના કાળની વિશાળતા, એ સર્વે માન્યતા અર્વાચીન વૈજ્ઞાનિક વિચારોને પોષે છે. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓએ પણ અમુક જાતના ઉત્ક્રાન્તિવાદનું નિરૂપણ કરેલ છેઃ એરિસ્ટોટલે એવો મત દર્શાવ્યો હતો કે જાતિઓનું રૂપાંતર હમેશ ઉચ્ચતર દિશામાં થાય છે. અને નિર્જીવ સૃષ્ટિમાંથી સજીવ વનસ્પતિ, પ્રાણી અને આખરે મનુષ્યજાતિ નિર્માણ થાય છે. આ મતની સાથે તૈત્તિરીય ઉપનિષદના શબ્દો પૃથિવ્યા ઓષધયઃ। ઓષધિભ્યોઽન્નમ્। અન્નાત્પુરુષઃ। સરખાવવા જેવા છે, કારણ કે તેમાં બાઇબલની પેઠે એકદમ બધી જાતિઓ સાથે ઉદ્ભવતી નથી પરંતુ ધીમેધીમે ઉત્ક્રાન્ત થાય છે એ વિચાર સમાયેલો છે; આ પ્રમાણે અનેક પ્રાચીન પ્રજાઓમાં આ ઉત્ક્રાન્તિવાદના બીજરૂપ વિચારો મળી આવે છે. અનેક તત્ત્વવેત્તાઓ પણ આ વિષે ઉલ્લેખ કરતા આવ્યા છે. અને એક દૃષ્ટિએ અર્વાચીન ગણાતી આઇન્સ્ટાઇનના સાપેક્ષતાના સિદ્ધાન્ત*ની માફક આ ઉત્ક્રાન્તિવાદ અત્યંત પ્રાચીન છે એમ કહી શકાય, પરંતુ આ ઉત્ક્રાન્તિવાદને અર્વાચીન દૃષ્ટિએ તપાસીને, અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પદ્ધતિને આવશ્યક લાગતાં પ્રમાણો રજૂ કરીને, અર્વાચીન રૂપમાં સિદ્ધ કરવાનું માન ડાર્વિન અને તેના અનુયાયીઓને ઘટે છે.

મહાન કવિ ગેઇટે

આ જૂની વિચારસરણીને દૃઢ કરવામાં ડાર્વિનના દાદા ઇરેસ્મસ ડાર્વિન, પ્રખ્યાત કવિ ગેઇટે અને [illegible] નામના ફ્રેન્ચ પ્રાણીશાસ્ત્રી, એમના હાથે [illegible]

* theory of relatırity

સ્પેન્સરે પણ તે વિચાર ઉપર તેનાં પુસ્તકમાં ખાસ ભાર દીધો હતો. પણ તે બધાની વિચારસંકલના પ્રયોગ અને નિરીક્ષણ ઉપર રચાયેલી નહોતી. ગૅથેનું નામ કવિ તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. પરંતુ તેણે કવિતાની એક લીટી પણ લખી ન હોત તો તેના એક વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકથી તેનું નામ ચિરસ્મરણીય રહેત આ પુસ્તકનું નામ "શરીર વિભાગનું રૂપાંતર" (મેટામોરફોસિસ ઑફ પાર્ટ્સ); તેમાં દર્શાવેલા સિદ્ધાન્ત અપ્રતિમ અને ચમત્કારિક ગણી શકાય. ફૂલના સર્વ ભાગ સાધારણ પાંદડામાંથી રૂપાંતર પામેલા છે. ફૂલના બાહ્યકોશ, રંગીત પાંદડીઓ, પુંકેસર, સ્ત્રીકેસર વગેરે સર્વ વિભાગો મૂળ સાધારણ પાંદડામાંથી જ અસંખ્ય પેઢીઓના ઉતારા પછી રૂપાંતર પામેલા છે; તેવી જ રીતે સપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓનું માથું અને ખોપરી કરોડના ઉપલા હાડકામાંથી વર્ધિત થઇને રૂપાંતર પામેલાં છે; અને તે પ્રમાણે હાલમાં દેખાતી વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની અસંખ્ય જાતિઓ મૂળ થોડીએક પિતૃજાતિમાંથી ઉદ્‌ભવી હશે. આ વિચારોમાં કવિત્વની કલ્પનાશકિતનું પ્રાબલ્ય જબરું લાગે છે, પરંતુ તેમાંના ઘણા વિચારો પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણથી ખરા પડયા છે.

ઇરેસ્મસ ડાર્વિન

ગૅથેના જેવો જ અભિપ્રાય એક અંગ્રેજી કવિ, તત્ત્વવેત્તા અને વૈજ્ઞાનિક ઇરેસ્મસ ડાર્વિને દર્શાવ્યો હતો. "બોટેનીક ગાર્ડન–વનસ્પતિનો બાગ" અને "ટેંપલ ઑફ નેચર–પ્રકૃતિનું મંદિર" એ બે લાંબાં કાવ્યોમાં તેણે ઉત્ક્રાન્તિવાદની ઝાંખી કરાવી છે. પ્રાણીઓનાં રૂપાંતર (જેવું કે માછલી રૂપ–ટેડપોલ–ગર્ભમાંથી દેડકાનું રૂપાંતર), ઘોડા, કૂતરા, ઘેટાંની જાતિમાં કૃત્રિમ રીતે ઉછેરવાથી થતાં રૂપાંતરો, હવામાન અને ઋતુઓને લીધે થતા ફેરફારો, અને બધાં ગરમ લોહીવાળાં પ્રાણીઓની શરીરવ્યવસ્થાની એકરૂપતા–આ બધી કારણશૃંખલાથી એમ અનુમાન થઇ શકે છે કે તે સઘળાં એક જ પિતૃજીવમાંથી ઉદ્‌ભવ્યાં હશે.

* Calyx

લમાર્ક

પરિસ્થિતિને લીધે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં રૂપાંતર થાય છે, અને રૂપાંતરોનો પેઢીઉતાર થવાથી જાતિઓનાં રૂપ પણ બદલાય છે, એ સિદ્ધાન્ત **લ માર્કે** પણ ૧૮૦૯ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો હતો. સાધારણ વ્યક્તિમાં આ રૂપાંતર ઘણું જ ઓછું હોવાથી જલદીથી દેખી શકાતું નથી. પરંતુ પરિસ્થિતિ અને હવામાનને લીધે આખી જાતિની ટેવ અને રીતરિવાજ, આકાર વગેરે બદલાઇ જાય છે; અને તેમના કેટલાએક અવયવો બદલાય છે, નાના મોટા થાય છે અથવા તો નષ્ટ થાય છે. ઊંટ અને જિરાફની ગરદન લાંબી થવાનું કારણ આવું જ છે. પ્રાચીન કાળમાં તેમના પૂર્વજોને ઊંચાં ઊંચાં વૃક્ષો ઉપરથી પાંદડાં ખાવાને માટે તેમની ડોક લાંબી કરવી પડતી; અને ઘણા સમયના પ્રયાસથી આ લાંબી થયેલી ડોક, પેઢી-ઉતારને લીધે વધારે ને વધારે લાંબી થતી ગઇ. લ માર્કને આ પેઢી-ઉતાર સંબંધી પ્રયોગાત્મક સાબિતી મળી ન હતી તે છતાં તે સિદ્ધાંત વિષે પોતાની ખાત્રી થઇ હતી; અને બીજા જીવવેત્તાઓની સામે પોતાના વિચારોનો બચાવ કરવાને તત્પર હતો.

હર્બર્ટ સ્પેન્સર

આ અરસામાં સેંટ હિલેર, અને રોબર્ટ ચેમ્બર્સ નામના વિદ્વાનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ માટે તૈયારી કરતા હતા. પરિસ્થિતિથી પ્રાણીઓની વ્યક્તિ અને જાતિનાં રૂપાંતર થાય છે એ વિચાર તેમણે પોતાનાં પુસ્તકોમાં સ્પષ્ટ કર્યો હતો. લગભગ તે જ સમયમાં હર્બર્ટ સ્પેન્સર પણ ઉત્ક્રાન્તિવાદનું સમર્થન તત્ત્વજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ કરી રહ્યો હતો. આ પ્રમાણે આપણને એમ લાગે કે ડાર્વિને ઉત્ક્રાન્તિવાદ પહેલાં ૧૮૪૪ માં પોતાના મનમાં નિશ્ચિત કર્યો, અને ૧૮૫૮ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો તે પહેલાં તેને માટે યોગ્ય ભૂમિકા તૈયાર કરવામાં આવી હતી; એક રીતે એ વાત ખરી છે. પરંતુ ડાર્વિન પહેલાંના

તત્ત્વવેત્તાઓ અને વૈજ્ઞાનિકોની વિચારપદ્ધતિ અપૂર્ણ હતી અને તેમની કારણશૃંખલામાં ત્રુટિઓ ઘણી હતી.

ચાર્લ્સ ડાર્વિન

ચાર્લ્સ ડાર્વિન (૧૮૦૯-૧૮૮૨) એક ધનવાન અને પ્રવીણ દાકતરનો પુત્ર હતો. તેને ધન, ઉપરાંત (દાદા દાદી, પિતા માતા એ ચારે તરફથી) વૈજ્ઞાનિક બુદ્ધિ અને તીવ્ર વિવેચકશકિતનો વારસો મળ્યો હતો. એટલામાં "બીગલ" નામના એક સરકારી વહાણમાં વૈજ્ઞાનિક તરીકે તેને એક થોડા પગારવાળી પણ સારી જગ્યા મળી. ૧૮૩૧ થી ૧૮૩૬ સુધી દક્ષિણ અમેરીકા, પેટગોનિયા, ચિલિ, પેરૂ વગેરે દેશોની બધી જાતની માપણી × કરવામાં તેણે આ વહાણમાં મુસાફરી કરી. આવી રીતે મુસાફરી કરવાથી ડાર્વિનના બીજા મિત્રોએ (હુકરે ૧૮૩૯ માં અને હુકસ્લીએ ૧૮૪૬ માં) પણ જ્ઞાન અને કીર્તિ સંપાદન કર્યાં હતાં, અને આ અનુભવ એ ત્રણે વૈજ્ઞાનિકોને તેમના જીવનમાં અનેક રીતે ઘણો જ ઉપયોગી થયો હતો. "બીગલ" ઉપરની મુસાફરીમાંથી પાછા આવ્યા પછી થોડા સમયમાં ડાર્વિને માલ્થસની વસ્તી વિષેનો નિબંધ વાંચ્યો. માલ્થસના અભિપ્રાય પ્રમાણે સૃષ્ટિમાં જીવનકલહ એટલો બધો તીવ્ર છે કે જો દુકાળ, રોગ અને યુદ્ધથી મનુષ્યોનો નાશ ન થાય તો મનુષ્યની વસ્તી એટલી બધી વધતી જાય કે જીવનનાં સાધનો મળવાં મુશ્કેલ થઇ પડે. આ સિદ્ધાન્ત ઉપરથી ડાર્વિનને સૂઝ્યું કે પોતે પણ નિરીક્ષણ કરેલી જાતિઓમાં આ જીવનકલહમાંથી બચવાને માટે જ કાંઇક રૂપાંતર થાય; આ રૂપાંતર અનુકૂલ પ્રકારનું હોય તો જ રૂપાંતરવાળી નવી જાતિની વૃદ્ધિ થાય છે, પણ જો તે પ્રતિકૂલ પ્રકારનું હોય તો તેનો નાશ થાય છે. પરિસ્થિતિને અનુકૂલ રૂપાંતરો જ સ્થાયી રહી શકે છે, અને બીજાં બધાંનો જીવનકલહને લીધે નાશ થાય છે. આ પ્રમાણે યોગ્યતર રૂપાંતરોની પસંદગી થાય

× Survey

છે અને તેથી જ નવી નવી જાતિઓ ઉદ્ભવે છે. આ વિચાર-સંકલના લઇને ડાર્વિને વીસ વર્ષ સુધી સતત આ જ વિષયમાં કામ કર્યું; નવી નવી હકીકતો શોધવામાં અને નવા વિચારને માટે નિર્ણાયક પ્રયોગો કરવામાં જ આટલો સમય લાગ્યો. મુસાફરીનાં વર્ણન અને પ્રાકૃતિક સૃષ્ટિવિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો ઉપરાંત, પ્રાણીઓ વિષે, બાગબગીચાની ખીલવણી વિષે, અને પાળેલાં પ્રાણીઓના ઉછેર વિષે, અને એવા સંબદ્ધ વિષયો ઉપરનાં અસંખ્ય પુસ્તકો તેણે વાંચ્યાં. પ્રાણી ઉછેરનારા અને બીજાઓ ઉપર પ્રશ્નાવલિઓ મોકલીને હકીકતો એકઠી કરી, વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના ભૌગોલિક અને ભૂસ્તરવિષયક સ્થાનનો અભ્યાસ કર્યો; વનસ્પતિનાં બીજ કેવી રીતે દેશ વિદેશમાં ફરે છે અને નવા દેશોમાં નવી વનસ્પતિઓ કેવી રીતે દાખલ થાય છે તે સંબંધી માહિતી મેળવી; પાળેલાં કબૂતરોની જાતિ તૈયાર કરવાને અનેક પ્રયોગો કર્યા. બેહદ સંભાળ અને સૂક્ષ્મતાથી તેણે બધી હકીકતો એકઠી કરી, તેમાંથી તથ્યો જુદાં પાડી, તેમનો પરસ્પર સંબંધ સમજવામાં, અને તેમાંથી યોગ્ય અનુમાનો તારવવામાં ડાર્વિનનું બુદ્ધિકૌશલ્ય અપ્રતિમ હતું; તે છતાં તેની નિર્મલ પ્રામાણિકતા, સત્યને માટેનો જ્વલંત પ્રેમ, અને શાંત સાત્ત્વિક માનસિક સ્થિતિ આશ્ચર્યજનક હતાં; તેના જેવા સાત્ત્વિક સ્વભાવ અને માનસિક વૃત્તિ વિરલ છે. પોતાના કાર્યમાં ડગલે ડગલે નવી કલ્પના અને નવા સિદ્ધાન્તો રચવા પડતા હતા પણ નવાં તથ્યો તેનાથી વિરુદ્ધ છે એવી તેની ખાતરી થાય તો તે ગમે તેવા સુન્દર અને પ્રિય લાગતા સિદ્ધાન્તોને તજવાને અચકાતો નહિ.

વૉલેસ

સન ૧૮૪૪ માં ડાર્વિનના મનમાં ખાતરી થઇ ગઇ કે

ઉપજાતિઓનાં રૂપાંતર થાય છે અને તે નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણેઃ તે છતાં હજુ વધારે સાબિતી અને પ્રમાણોની શોધમાં પોતાનો સિદ્ધાન્ત તેણે બહાર પાડ્યો નહિ. બાર વર્ષ પછી તેના મિત્રોએ તેના અન્વેષણનાં પરિણામો વિષે પુસ્તક બહાર પાડવાનો આગ્રહ કર્યો, તો પણ પૂર્ણતાના આ પૂજારીને પોતાનું કાર્ય અપૂર્ણ લાગ્યું અને હજુ વધારે સમય જોઈશે એમ જવાબ આપ્યો. તે દરમિયાન તેના મિત્ર વૉલેસે આ જ વિષય ઉપર પોતાના વિચારો અને અનુભવ દર્શાવનારો નિબંધ દૂર દેશાવરથી ડાર્વિનના ઉપર મોકલ્યો; તેમાં ડાર્વિને પોતાનો સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ થયેલો જોયો. આવી મોટી શોધના માનમાં નવો ભાગીદાર લેવો એ સાધારણ મનુષ્યને ગમે નહિ. પોતાનો અનુભવ અને સિદ્ધાન્ત વીસ વર્ષ પહેલાંનો હતો તે પ્રસિદ્ધ કરીને વૉલેસનો નિબંધ દબાવી રાખવાનું પગનું કોઈ નાના મનુષ્યને સૂઝયું હોત. પણ આ ધર્મસંકટમાં ડાર્વિનને ઉદાર સ્વભાવ પાછો પડે તેમ ન હતો; તેણે બધી વસ્તુસ્થિતિ તેના મિત્રો લ્યાલ અને હૂકરને જણાવીઃ તેમણે એવો નિર્ણય કર્યો કે વૉલેસ અને ડાર્વિન બંનેના નિબંધ એક જ સાથે લીનિયન સોસાઇટીમાં પ્રસિદ્ધ કરવા. ૧૮૫૮ની જુલાઇની પહેલી તારીખે વૉલેસનો નિબંધ વંચાયો ત્યારે ડાર્વિને પોતાના સિદ્ધાન્તની ટૂંકી નોંધ ૧૭૪૪માં લખી હતી તે, અને તેના . એક વૈજ્ઞાનિક મિત્ર ઉપર અમેરિકામાં ૧૮૫૭માં પત્ર લખ્યો હતો તે પણ વંચાયા. ત્યાર પછી દોઢ વર્ષ પછી ડાર્વિનનું "ઉપજાતિની ઉત્પત્તિ" વિષેનું પુસ્તક ૧૮૫૯ની આખરમાં પ્રસિદ્ધ થયું.

નૈસર્ગિક પસંદગી

મનુષ્યના અર્વાચીન ઇતિહાસમાં આ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિની તિથિ સુવર્ણાંકિત ગણાશે. આ પુસ્તકનું નામ જરા લાંબું છે છતાં તેનું પણ ડાર્વિનની સ્પષ્ટ શૈલીના નમૂના તરીકે અહીં

અવતરણ કરવું આવશ્યક લાગે છે. "નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણે થતી **ઉપજાતિઓની ઉત્પત્તિ;** અથવા તો જીવનકલહમાં યોગ્યતમ અને અનુગૃહીત પરિસ્થિતિનાં રહેનારી જાતિઓનું સંરક્ષણ." ડારવિને પોતાના સિદ્ધાન્ત બહાર પાડતાં પહેલાં ૨૦–૨૨ વર્ષની તૈયારી કરી હતી. આ વિષયની તેની પહેલી નોંધ તા. ૧ લી જુલાઇ ૧૮૩૭ માં લખેલી હતી; તેણે દર્શાવેલા દરેકે દરેક અભિપ્રાય કે સિદ્ધાન્તને માટે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગના પ્રમાણો ઘણી જ સંભાળથી એકઠાં કર્યાં હતાં, અને વિરુદ્ધ પક્ષની શંકાઓનાં સમાધાન માટે પ્રત્યુત્તરો પહેલાંથી સાધી રાખ્યા હતા. આટલી બધી તૈયારી છતાં, અને આ સિદ્ધાન્ત આટલો બધો સાદો અને સરળ હોવા છતાં પણ સમાજમાં એટલો બધો વિરોધ અને ક્ષોભ ઊભા થયા કે જે મનુષ્યના બુદ્ધિવાદના ઇતિહાસમાં કોઈ વખતે પણ અનુભવાયા નહિ હોય. સૃષ્ટિમાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓની અનેક જાતિઓ અને ઉપજાતિઓ છે, તેઓ એકબીજાથી સ્વતંત્ર કે સંબદ્ધ છે એ પ્રશ્નનો ઉત્તર ઉત્ક્રાન્તિવાદ પહેલાં બાઇબલના પ્રમાણથી અપાતો. દરેક ઉપજાતિ સ્વતંત્ર રીતે નિર્માણ થઈ છે એ સિદ્ધાન્તને પુરાણમતવાદી જનસમાજ તેમ જ પાદરીઓ અને બીજા વિદ્વાનો સ્વીકારતા હતા. પરંતુ આ ઉપજાતિઓમાં ભિન્નતા જ એટલી બધી ઓછી છે અને તેમની એકબીજાની રચનાનો અને જીવનવ્યવહારનો સંબંધ એટલો બધો ગુંફિત છે કે આખું વિશ્વ એક જ છે અને એક જ ઉત્ક્રાન્તિના નિયમથી સમજાવી શકાય છે એ નવો મત હતો. ડાર્વિનનું મુખ્ય કાર્ય તો હવામાન અને પરિસ્થિતિને લઈને ઉપજાતિઓનું રૂપાંતર થઈ શકે છે અને આ રૂપાંતરનું કારણ "નૈસર્ગિક પસંદગી" છે એ સમજાવવાનું હતું. પરિસ્થિતિને લીધે પ્રાણીઓની નૈસર્ગિક પસંદગી યોગ્યતમ રૂપાંતરો તરફ થાય છે અને પરિસ્થિતિ પણ એવી હોય છે કે યોગ્યતમ રૂપાંતરો જ લાંબો વખત ટકી શકે છે અને તેથી હલકી કે નબળી ઉપજાતિઓનો નાશ થઈ

જાય છે. આ ફેરફારો લાંબા કાળે થાય છે. મનુષ્યના ટૂંકા જીવનમાં ઘણીવાર તેનો અનુભવ પણ થઈ શકતો નથી, પરંતુ ભૂવિદ્યાના અનહદ કાળાંતરોમાં આ ફેરફાર થાય છે તે ભુસ્તરોમાં મળી આવતા પ્રાણીઅવશેષોથી સિદ્ધ થયું છે.

હક્સ્લી

પહેલાં તો આ સિદ્ધાન્ત વિદ્વાનોએ બહુ ગણકાર્યો નહિ. હર્બર્ટ સ્પેન્સર સિવાય બીજો કોઈ વિદ્વાન ડાર્વિનની સાથે ન હતો: તેના મિત્રો હૂકર અને લ્યાલને તેની તરફેણમાં નિશ્ચય કરતાં દોઢેક વર્ષ લાગ્યું; પછી હક્સ્લી અને ટીંડાલ સામેલ થયા. એ પંચમૂર્તિ ભેગી થયા પછી ઉત્ક્રાન્તિવાદના યુદ્ધના વ્યૂહ રચાયા. તેમાં હક્સ્લીએ પોતાનાં ભવ્ય ધૈર્ય, પ્રવીણતા અને પ્રબળ વિવેચકશક્તિથી આ યુદ્ધોમાં મોટી કીર્તિ મેળવી; ડાર્વિનની અશક્ત શારીરિક સ્થિતિમાં આ યુદ્ધોનો મોટો ભાર તેણે વર્ષો સુધી વહ્યો અને પોતાને ડાર્વિનનો "બૂલડૉગ" કહેવરાવવામાં તે માન સમજતો. ૧૮૬૦માં ઑક્સફર્ડમાં તેણે મેળવેલી એક જીત ચિરસ્મરણીય છે. ત્યાં મળેલી વૈજ્ઞાનિકોની એક મહાસભામાં ઑક્સફર્ડના પુરાણમતવાદીઓ તરફથી બિશપ વીલબરફોર્સ ઉત્ક્રાન્તિવાદની વિરુદ્ધ બોલવા ઊભા થયા હતા. તેમના મુખમાંથી ડાર્વિન અને હક્સ્લી માટે તિરસ્કારના શબ્દોનો સ્રોત વહેતો હતો: ઉત્ક્રાન્તિવાદ જો ખરો હોય તો મનુષ્યો દિવ્ય નહિ–ઈશ્વરનાં બાળકો નહિ–પણ વાંદરાં અને માંકડાંના વંશના હોય એ વિચારને મોટું સ્વરૂપ આપીને તેણે ઉત્ક્રાન્તિવાદને કટાક્ષ અને હાસ્યના બોજા નીચે કચડી નાંખવાનો પ્રયત્ન કર્યો તે વખતે હક્સ્લીએ આપેલો ઉત્તર ઘણીવાર ફરી ફરીને વંચાય છે. (બિશપે તિરસ્કારયુક્ત પ્રશ્ન પૂછેલો કે "માંકડાંમાંથી તમારી ઉત્પત્તિ થઈ હોય તો તે તમારા દાદા કે દાદી તરફથી?" હક્સ્લીએ ઉત્તર આપ્યો કે "મેં કહ્યું છે–અને ફરીથી કહું છું–કે મનુષ્યના

પિતૃઓમાં માંકડાને કબૂલ કરવામાં જરાયે શરમાવાનું કારણ નથી. મારા વંશના પિતૃઓનું નામ દેતાં શરમાવાનું હોય તો તે કોઈ એવો મનુષ્ય હોય કે જેની બુદ્ધિ તીવ્ર અને જંપ વગરની હોવાને લીધે, પોતાના કાર્યપ્રદેશમાં વિજય મેળવવાથી સંતુષ્ટ ન રહેતાં, ખરા અભ્યાસ વિના વૈજ્ઞાનિક પ્રશ્નોમાં માથાં મારે અને શ્રોતાઓનું ધ્યાન મૂળ વિષયથી દૂર કરવાને માટે વાક્ચાતુર્યથી અને ધાર્મિક શ્રદ્ધા અને કલહ ઉશ્કેરનારા શબ્દોથી સત્યને ઢાંકવાનો પ્રયત્ન કરે."

ઉત્ક્રાન્તિવાદનાં પરિણામ

ઉત્ક્રાન્તિવાદ સ્થાપિત થયાને ફક્ત ૮૦ વર્ષ થયાં છેઃ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં આ સમય ટૂંકો કહેવાય. તેની વાસ્તવિક કિંમત આંકવી મુશ્કેલ છે. વિજ્ઞાનના અનેક સિદ્ધાન્તો માફક આમાં પ્રતિવર્ષે કાંઈ ફેરફાર થાય છે; પરંતુ તેનું મુખ્ય કાર્ય તો થઈ ગયું છે. ઉત્ક્રાન્તિવાદના ભવ્ય મહેલમાં ઘણે ઠેકાણે મરામત કરવી પડે, અને કોઈ વિભાગમાં એક થાંભલો કે પીઢ કે આડસર નવાં નાંખવાં પડે તેથી એમ ન કહી શકાય કે આખો મહેલ તૂટી ગયો છે. વિજ્ઞાનના લગભગ બધા સિદ્ધાન્તોમાં આવો ફેરફાર જોવામાં આવે છે અને એ જ પ્રગતિની નિશાની છે. અણુવાદમાંથી પરમાણુવાદ કે વિદ્યુદણુવાદ ફલિત થાય અથવા ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમોમાં આઇન્સ્ટાઇનના સુધારા સ્વીકારાય, તો પછી સજીવસૃષ્ટિ જેવી ગૂંફિત ઘટનામાં ડાર્વિનના સિદ્ધાન્તોમાં થોડોઘણો ફેરફાર કરવો પડે તેમાં કાંઈ અનુચિત નથી. મેન્ડલ, વાઇસમેન, અને બીજા આનુવંશિક લક્ષણોના અભ્યાસકોએ મેળવેલી હકીકતોની સમજૂતી માટે નૈસર્ગિક પસંદગીના સ્વરૂપ વિષે આપણે નવા વિચાર કરવા પડે છે તે વાત ખરી છે. હજુ પણ ઉત્ક્રાન્તિવાદના વિરોધીઓ ઓછા નથી. મેં ૧૯૨૫માં અમેરિકાના સંયુક્ત રાજ્યોના એક નાના શહેરમાં એક શિક્ષકને બાઇબલ વિરુદ્ધ ઉત્ક્રાન્તિવાદ શીખવવા

માટે કોર્ટ તરફથી શિક્ષા કરવામાં આવી હતી. તેમાં ઉત્ક્રાન્તિવાદનો કસૂર નથી પણ રાજ્યના કાયદાની અપૂર્ણતા છે. ઉત્ક્રાન્તિવાદમાં સમજવાનું ઘણું બાકી છે. તે છતાં માનસિક વિચારની દરેકે દરેક શાખામાં આ ઉત્ક્રાન્તિવાદે નવાં જલ સીંચ્યાં છે, અને નવાં ફૂલ અને ફલ ઉત્પન્ન કર્યાં છે. વિજ્ઞાનની એકલી ભૌતિકદૃષ્ટિમાં નહિ પણ સમગ્ર જ્ઞાન, તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મશાસ્ત્રની દૃષ્ટિમાં પણ સર્વ દિશાએ ઉત્ક્રાન્તિવાદથી પરિવર્તન થયું છે. સમાજમાં બુદ્ધિવાદમાં અને રાજકીય પ્રગતિમાં એ વાદથી થયેલા ફેરફારો નોંધવાનું આ સ્થાન નથી, પરંતુ એટલું તો કહેવું પડશે કે ઉત્ક્રાન્તિવાદની સ્થાપના અને પ્રચાર એ અર્વાચીન વિજ્ઞાનનું મોટામાં મોટું પરાક્રમ છે.

આનુવંશિક સંસ્કાર

નવો વિષય લેતાં પહેલાં અન્વય એટલે આનુવંશિક. સંસ્કાર+ વિષે થોડુંએક વિવેચન કરવું આવશ્યક છે. જાતિઓનું રૂપાંતર નૈસર્ગિક પસંદગીને લીધે થાય છે એ ડાર્વિનનો પ્રથમ સિદ્ધાન્ત સ્વીકાર્યા પછી નવી જાતિઓની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થાય છે તે જોઇએ. નૈસર્ગિક પસંદગીને લીધે પ્રાપ્ત થયેલી નવી સ્થિતિ તે જ જાતના વારસોને મળે છે કે કેમ તે વિષે વધારે પ્રયોગ અને નિરીક્ષણની જરૂર જણાઈ. ડાર્વિને પોતે આ આનુવંશિક સંસ્કાર સંબંધી સહેજ ઉલ્લેખ કર્યો હતો; પરંતુ તે સંબંધી વધુ કામ તો વાઇસમેન, મેન્ડલ અને ગેલ્ટનના હાથે થયું. મનુષ્ય કસરત, તાલીમ, અને શિક્ષણથી પોતાની શારીરિક અને માનસિક સંપત્તિ વધારી શકે છે-પરંતુ તેથી તે બધા ગુણો તેની સંતતિને પહોંચી શકતા નથી એ વાઇસમેનના હાથે સિદ્ધ થયું. અન્વય—આનુવંશિક સંસ્કારો-ની સમજુતી માટે વાઈસમેને મૂલાંકુરોના સાતત્યનો સિદ્ધાન્ત સ્થાપ્યો. આ સંસ્કારો મનુષ્યના બંધારણમાં બારીક મૂલાંકુરોના રૂપમાં જન્મથી જ દાખલ થાય છે, અને મૂલાંકુરોનું સાતત્ય પેઢીઉતાર સ્વતઃ સચવાઇ રહે છે. સ્ત્રીપુરુષનાં બીજાંકુર

+Heredity

એકઠાં થતાં અને તેમાંથી નવું અંડ બંધાતાં જ તેમાં આ સૂક્ષ્મ મૂર્લાકુરો પ્રથમથી જ હાજર હોય છે જે નવી સંતતિમાં સૂક્ષ્મરૂપે હાજર રહે છે. આ મૂર્લાકુરો પ્રથમથી જ આજન્મ બંધાયાં હોય તો પછી સ્વોપાર્જિત ગુણો નવી સંતતિમાં શી રીતે દાખલ થઇ શકે? (હિન્દુ કાયદામાં વડીલોપાર્જિત સ્થાવરજંગમ મિલકત ઉપર જેમ સંતતિને હક્ક હોય છે તેમ સાધારણ મનુષ્યની વડીલો-પાર્જિત શારીરિક અને માનસિક સંપત્તિ ઉપર પણ સંતતિનો હક્ક હોય છે. પરંતુ સ્વોપાર્જિત અંગત સંપત્તિ નવી સંતતિને આપી શકવાની શક્તિ મનુષ્યને નથી એમ વાઇસમેનનું કહેવું છે. આ સંબંધી હજુ વિવાદ અને પ્રયોગો ચાલુ છે. પરંતુ વાઇસમેનના મુખ્ય વિચારો સ્વીકારાય છે અને સ્વોપાર્જિત લક્ષણો વારસામાં સંપૂર્ણ રીતે આવી શકતાં નથી એટલું તો સિદ્ધ ગણાય છે. આથી એમ ફલિત થાય છે કે કોઇપણ પ્રજાનાં પ્રાથમિક લક્ષણો સહેલાઇથી બદલાઇ શકતાં નથી. રહેવાના આચારવિચાર અને હવાઉજાસમાં સુધારો કર્યાથી, અથવા તો કસરત અને શિક્ષણથી અમુક જાતિની એક જ પેઢીમાં બહુ સુધારો થાય તેમ લાગતું નથી. તેને માટે આ નવી વસ્તુસ્થિતિ પાકી થાય ત્યાં સુધી–ઘણી પેઢીઓ સુધી–વાટ જોવી પડે છે, અને સામાજિક સુધારણાનું કામ જેટલું સાદું ધારીએ છીએ તેટલું નથી.

મેંડલિયન લક્ષણો

આનુવંશિક સંસ્કારોના સંક્રમણ વિષે મેંડલ નામના ઑસ્ટ્રિયન પાદરીનું કામ, ઘણો વખત ભુલાઇ ગયું હતું; પણ તે ઘણું અગત્યનું છે. સાધારણ લીલા વટાણાના સંબંધી પ્રયોગ કરીને વંશજનનના કેટલાએક નિયમો તેણે દર્શાવ્યા છે. તેને સમજવાને માટે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિમાં ભૌતિકશાસ્ત્રના અણુઓના જેવા સૂક્ષ્મ ગુણોનો આધાર લીધો છે. આ સૂક્ષ્મ ગુણોને લીધે જુદી જુદી જાતનાં લક્ષણો

નવા લગ્નની સંતતિમાં ઊતર્યા વિના રહેતા નથી.

નવાં શોધાયેલાં દ્રવ્યોમાં પ્રોટીન, એનઝાઇમ, અને હરમોન્સ અગત્યનાં છે. નવા વીજાણુસૂક્ષ્મદર્શકની શોધ પછી જીવનના બંધારણમાં મુખ્ય ભાગ લેનાર પ્રોટીન નામના રાસાયનિક અણુઓને પ્રત્યક્ષ જોઇ શકાય છે. હાઇડ્રોજનના પરમાણુ કરતાં પ્રોટીનનું પરમાણુ પાંચ હજાર ગણું મોટું હોય છે. પ્રોટીન અણુમાં ગ્લોબ્યુલીન નામના અણુ ઘણા અગત્યના છે અને મનુષ્યજીવનમાં રોગના જંતુઓને જીતવામાં ઘણા ઉપયોગી છે. બહારના રોગોનાં જંતુઓ રક્તમાં દાખલ થાય કે તરત જ આ ગ્લોબ્યુલીન-અણુઓ ચેતનવંતા થઈ જાય છે, અને રોગના જંતુઓને પકડીને, કેદ કરીને, તેમને રોગરહિત ગઠ્ઠાઓ બનાવીને, રક્તની બહાર કાઢી શકે છે. આ પ્રોટીન અણુઓની આયોજનશક્તિ એટલી બધી તીવ્ર હોય છે કે તે એક નહિ પણ અનેક દિશામાં નવાં નવાં સંયોજનો બનાવી શકે છે; તેથી એક નહિ પણ અનેક જાતના રોગનાં જંતુઓને માત કરીને તેમને શક્તિહીન અને નિરુપાય બનાવી દે છે. તેથી શરીરનું સ્વાસ્થ્ય જાળવવાને માટે આ ગ્લોબ્યુલીન પ્રોટીનોને સારા પ્રમાણમાં રાખવાં જોઇએ. તેથી જ હીમોગ્લોબીન નામના પ્રોટીનનું કામ ઘણું જ અગત્યનું ગણાય. હીમોગ્લોબીનમાં મુખ્ય રંગરહિત પ્રોટીનનું હોય છે: તેમાં ચાર હાથ જેવા લાલરંગના "હીમો" ના અણુઓ ગોઠવાયેલા હોય છે, અને તેમાં લોહનું પ્રમાણ સારું હોય છે. આ લોહના પરમાણુઓ હવામાંથી પ્રાણવાયુ સારા પ્રમાણમાં લઇ શકે છે અને લોહીનો રંગ શુદ્ધ લાલ રાખી શકે છે. શરીરમાં ફક્ત શ્વાસોચ્છ્વાસ લેવાથી અથવા તો હવાના દબાણમાં સહેજ ફેરફાર થવાથી આ રક્તશુદ્ધિ થઈ શકે છે એ અત્યંત વિસ્મયકારક ઘટના છે; અને તેવી ઘટના જીવંત શરીરની બહાર કોઇ પણ યંત્ર મારફત યોજી શકાઇ નથી. હજુ સુધી કોઇ પ્રોટીનનું સંશ્લેષણ થયું નથી તેથી પ્રયોગશાળા અને સજીવસૃષ્ટિ વચ્ચેનું અંતર હજુ જીતવાનું બાકી છે.

પૃથ્વી ઉપર જીવન પહેલું ક્યાંથી અને શી રીતે આવ્યું તે વિષે બે મત હોઇ શકે. એક તો વિશ્વના બીજા ગ્રહો કે પ્રદેશમાંથી આવ્યું અને બીજું પૃથ્વી ઉપરથી જ ઉત્પન્ન થયું. બીજા મત-પ્રમાણે એમ કબૂલ કરવું પડે કે પૃથ્વીના પ્રાથમિક કાળમાં જીવન શક્ય નહોતું, પરંતુ પાછળથી નિર્જીવમાંથી સજીવ વસ્તુઓ ઉત્પન્ન થઇ. આ નિર્જીવમાંથી સજીવની ઉત્પત્તિ વિષે પ્રયોગાત્મક પુરાવો નથી તે છતાં તેને સ્વીકાર્યા સિવાય છૂટકો નથી.

પાચનક્રિયામાં "એન્ઝાઇમ્સ" નામનાં દ્રવ્યોની શોધ છેલ્લાં થોડાં વર્ષમાં જ થઇ છે. સ્ટાર્ચમાંથી સાકર, દૂધ સાકરમાંથી દુગ્ધામ્લ× એવી અનેક પ્રકારની પાચનક્રિયામાં ડાયસ્ટાસ, પેન્ક્રિયેટીન-જેવાં દ્રવ્યો અને પ્રાણવાયુની સાથે સંયોજન કરવામાં મદદ કરનાર ડીહાયડ્રોજનાઝ અને અંગારવાયુને છૂટા કરનાર કારબોનીક-એનહાઇડ્રાઝ વગેરે અનેક જાતનાં દ્રવ્યો શોધાયાં છે.

વળી શરીરનું સુકાન સારી રીતે ચાલે તેને માટે ગ્રંથીઓમાં સંચરતાં હરમોન્સ નામનાં દ્રવ્યો ઘણાં ઉપયોગી છે. મધુપ્રમેહમાં ઇન્સુલીન રામબાણ દવા પેન્ક્રિયાસ ગ્રંથીમાંથી નીકળે છે; કંઠમાળના કેટલાંએક રૂપમાં ઉપયોગી દ્રવ્યો થાયરૉઇડ ગ્રંથીમાંથી નીકળે છે; જાતિ-ભેદ રોગોમાં પીચ્યુટરી ગ્રંથી અને અંડગ્રંથીમાંથી નીકળતાં દ્રવ્યો પણ આજ પ્રકારનાં છે. પુરુષના અંડકોષમાંથી પ્રાપ્ત થતું ટેસ્ટોસ્ટરોન અને સ્ત્રીઓના અંડાશયમાં તૈયાર થતું ઇસ્ટરોજન પણ આવા જ હરમોન વર્ગનાં સત્ત્વો છે. આ સત્ત્વો વૃદ્ધાવસ્થામાં કે યુદ્ધમાં જખમથી ક્ષીણ થયેલી જીવનશક્તિને પાછી લાવવામાં ઘણાં ઉપયોગી નીવડયાં છે; અને આશા રાખવામાં આવે છે કે વૃદ્ધાવસ્થાના કેટલાએક અનિવાર્ય ચિહ્નોને દૂર રાખવામાં સફળ થશે અને મનુષ્યજીવનને ઘણો લાંબો વખત ટકાવવામાં પણ મદદ કરશે. આ રીતે ગ્રંથી-રસ-વિદ્યા મનુષ્યને દીર્ઘાયુષી કરવામાં ઘણી ઉપયોગી થવાનો

× Lactic Acid

મગજ લાખો વર્ષની ઉત્ક્રાન્તિનું ફળ છે; કીડા, માછલી, દેડકું, પક્ષી, કૂતરો, ઘોડો, વાંદરો એ સઘળાં પ્રાણીઓના મગજમાંથી ઉત્ક્રાન્ત પામેલા મનુષ્યના મગજમાં તે તે પ્રાણીઓના સંસ્કારનાં બીજ નાના મોટા સ્વરૂપમાં રહે છે. ફ્રીમેન અને વૉટ્સ નામના પ્રખ્યાત મગજ–શાસ્ત્ર વિષેના અભિપ્રાય પ્રમાણે મગજના થેલેમસ અને સેરેબ્રમ નામના બે મુખ્ય વિભાગ છે. થેલેમસ વિભાગમાં વિચારશક્તિ હોતી જ નથી પરંતુ મનુષ્યજીવનની બારીકમાં બારીક

જઇ શકે ત્યાં સુધી માનસિક ક્રિયામાં થોડો વાધો આવે છે, પરંતુ પાછળથી મનુષ્ય રોગિષ્ઠ વિક્રિયાઓ ભૂલી જાય છે અને વિચાર અને ઊર્મિનો સુમેળ સ્થાપી શકે છે.

મગજશસ્ત્રક્રિયાનાં પરિણામો જોતાં માનસક્રિયા ભૌતિક છે–જેમ પાચનક્રિયા કે લોહીની ગતિ શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રના નિયમને આધીન છે તેવા જ પ્રકારની–ગણી શકાય. કેવળ લાગણીઓ, આવેશો, અને નૈસર્ગિક બળો પર આધાર રાખનાર ફ્રોયડની મનોવિશ્લેષણ પદ્ધતિ અને વિચારશ્રેણી આ શસ્ત્રક્રિયાનાં પરિણામોથી નકામી થઇ પડી છે. બાળકોની પ્રેરણા અને આવેશો દબાવવાથી નુકસાન થાય છે એ બીકથી સભ્યતા, શિષ્ટતા, સંયમ વગેરે ગુણો કેળવાઇ ન શકે; આત્મનિર્ણય અને સ્વતંત્ર જીવનને નામે સ્વચ્છંદી વર્તનને પોષણ મળે; અને આરામ અને આનંદની શોધમાં સંયમ અને નિયંત્રણને ભૂલી જવાય તો સમાજની દુર્ગતિ જ થવાનો સંભવ હતો. પરંતુ ઊર્મિમગજ અને વિચારમગજનું સમતોલપણું જાળવી શકાય એમ છે, ઊર્મિનિયંત્રણમાં થતા માનસિક આઘાતોને માનસિક રીતે મટાડી ન શકાય તો શસ્ત્રક્રિયાથી પણ મટાડી શકાય છે, એ જ્ઞાન આપણને માનવ સંસ્કૃતિમાં સંયમ અને વિચારશક્તિનો વિજય થવાની અને મનુષ્યનું ભવિષ્ય કેવળ ઊર્મિપ્રધાન નહિ થાય એવી ખાત્રી મળે છે તેથી સંતોષ અને આનંદ થાય છે. હજુ માનસ–વિદ્યાની પ્રગતિ મનુષ્યના ભવિષ્યની ઉજ્જ્વળ આશા આપે છે. એક માનસક્રિયાના અનેક પ્રકારોના અભ્યાસમાં અચેતન,[1] ઉપચેતન,[2] ચેતન,[3] ચેતનાતીત[4] એમ ચાર પ્રકાર ગણી શકાય[5] તે દરેકમાં ઘણા સંશોધનપ્રવાહો વહે છે અને તેમનાં પરિણામો

1. unconscious 2 subconscious 3. conscious 4. supraconscious. 5. Science to-day and to-morrow–W. Kaempffert. P. 210–45.

જુએ છે. કેવળ અપૂર્વતાના શોખીન રસભક્તોએ "કલ્પના કરતાં સત્ય વધારે અદ્ભુત હોય છે," "truth is stranger than fiction એ યાદ રાખવું જોઇએ અને સત્યમાંથી પણ સરસતા અને સૌન્દર્યનાં તત્ત્વો સંગ્રહવાં જોઇએ.

વૈજ્ઞાનિક હકીકતોની રસમયતા

વિજ્ઞાનનું ધ્યેય સૃષ્ટિક્રમ–સૃષ્ટિક્રિયા સમજવાનું છે. આ ધ્યેયની પ્રાપ્તિને માટે વિજ્ઞાન સૃષ્ટિક્રિયામાં સર્વત્ર વ્યવસ્થા અને નિયમિતતા જુએ છે અને શોધે છે. આ વ્યવસ્થા અને નિયમિતતાની સાથે સુઘટિતતા× અને સંવાદ÷ પ્રાપ્ત થાય છે. આ ચારે તત્ત્વો સૌન્દર્યનાં અને રસવૃત્તિનાં પોષક છે. તે ઉપરાંત સૃષ્ટિક્રિયાના બાહ્ય વર્ણનમાં જ એટલી બધી રસમયતા છે, કે તે દરેક હકીકતને કાવ્યનું રૂપ આપી શકાય; સૃષ્ટિની વિશાળતા અને વિશ્વનું વિરાટ સ્વરૂપ આપણને અદ્ભુત આશ્ચર્ય અને ભય વગેરે રસોનું દર્શન કરાવે છે. ઊંચા પર્વતોની ટોચ ઉપરથી દેખાતાં દૃશ્યો, ગીચ ઝાડીઓ, પાણીનાં શાંત ઝરણાં, એક બાજુએ દૂર દેખાતી હિમરેખા, અને બીજી બાજુએ દેખાતો વિશાળ દૃષ્ટિસીમાનો વિસ્તાર; અથવા તો અંધારી રાત્રિની ગાઢ શાન્તિમાં તારાનો પ્રકાશ, અને આકાશ અને અવકાશની અનંતતા અને શાન્તિ; સમુદ્રની મધ્યમાં તોફાન અને વાવાઝોડાની વિપ્લવમય પ્રવૃત્તિના અનુભવો અને તેને જીતવાને મનુષ્યના પ્રયત્નો; વાયુ અને જલની ગતિ અને તેમાં રહેલું બળ; સમુદ્રની ભરતીઓટની નિયામક શક્તિ; પાણીનાં ટીપાં અને સ્ફટિકના બંધારણમાં રહેલાં નિયામક બળ, વનસ્પતિ અને વૃક્ષને સુન્દર ફૂલફળનાં રંગીત કપડાં પહેરાવનારું બળ, પૃથ્વીને અને બીજા ગ્રહોને એક સાથે ગૂંથી રાખનાર બળ, અને આખા સૂર્યમંડળને એક દૂરના તારાની સમીપ ઘસડી જતું બળ, ખનિજ રેડિયમના પથ્થરો અને પરમાણુઓમાં રહેલું અથાગ બળ–એ સર્વ અદ્ભુત હકીકતો રસવૃત્તિને પોષે છે. સૃષ્ટિની નિયમિતતામાં પણ સૌન્દર્યનાં તત્ત્વો છે; સૂર્ય,

× Symmetry ÷ Harmony

ચંદ્ર અને ગ્રહોની નિયમિત ગતિ, ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ, રાસાયનિક ક્રિયાઓના નિયમો, અને દ્રવ્ય અને શક્તિના સંરક્ષણના નિયમો સૃષ્ટિની સતત અને ગભરાવનારી ગતિમાં આપણને સ્થિરતા, શાન્તિ, સંતોષ અને આનંદ આપે છે. જીવવિદ્યાના અભ્યાસથી પણ જીવનશક્તિની મહત્તા, વિપુલતા, અને સર્જકતાનું ભાન થવાના વૈજ્ઞાનિકોને ઘણા પ્રસંગો આવે છે. મનુષ્યકૃત કોઈ પણ રાજ્યબંધારણના કરતાં ઊધઈ કીડી કે મધમાખીનું દૈનિક જીવન વધારે નિયમિત અને રસમય છે અને બારીક ટાંકણીના માથા કરતાં નાની જગ્યામાં રહેતા કીડીના મગજની રચના અને ક્રિયાના કરતાં સૃષ્ટિમાં વધારે અદ્‌ભુત વસ્તુ ભાગ્યે જ મળી આવશે. મનુષ્યે બનાવેલાં યંત્રો કરતાં તેનાં શરીરમાં રહેલાં નાનામાં નાના સાંધાની રચનામાં વધારે અદ્‌ભુતતા અને સંપૂર્ણતા રહેલી છે. વીજળીના દીવા કરતાં પણ ઓછા વ્યયથી આગિયો કીડો અને આગિયણ માખ પ્રકાશ આપી શકે છે. મનુષ્યે બનાવેલી આગબોટ કરતાં પણ વધારે સરળતા અને ગતિથી માછલીઓનાં ગતિયંત્રો કામ કરે છે; એરોપ્લેન કરતાં સાધારણ પક્ષીઓ વધારે સહેલાઈ-થી પોતાની મરજી પ્રમાણે આકાશમાં વિહરી શકે છે; મોટી હોવીટ્ઝર તોપો અને પરમાણુ બોમ્બ કરતાં પણ વધી જાય એટલી વિનાશશક્તિ એક ચપટીમાં સમાય એટલાં રોગપ્રસારક જંતુઓમાં હોય છે.

વિશ્વની અનંતતા

સૃષ્ટિની અદ્‌ભુતતા, વિશાળતા, વિવિધતા અપરિમિત બળ, સતત ગતિ, નિયમિતતા, વ્યવસ્થા એ સર્વ શુષ્ક દેખાતાં વૈજ્ઞાનિક લક્ષણોમાં રસિકતા અને અને રસવૃત્તિનાં પોષક તત્ત્વો છે અને તે સકલ રસભંડાર કલાકારોના ઉપયોગ માટે ખુલ્લો છે. પરંતુ તે સર્વથી ચઢે તેવું વિશ્વનું અનંત રૂપ છે. "જ્યાં ન પહોંચે રવિ ત્યાં પહોંચે કવિ" એ સાધારણ કહેવત આ અનંતતાના વર્ણનમાં ખોટી પડે છે. દૂરદર્શક અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રોની શોધથી અનંતતાના દૃશ્ય સીમાન્તો બંને છેડેથી વધુ અને વધુ દૂર થતા જાય છે. ખગોળમાં

સૂર્ય, ગ્રહો અને તારાની ગતિ, તેમનાં પરિણામો, અને તેમની વચ્ચેનાં અંતરો સાધારણ મનુષ્યની કલ્પનાની બહાર છે. "સૂર્યને એક રેતીના કણ જેટલો કલ્પો તો પૃથ્વી તેનાથી એક ઇંચ દૂર મૂકવી પડશે અને તેનું કદ ઘણું જ નાનું હોવાથી તે અદશ્ય બિંદુ જ રહેશે. એનાથી નજીકનો તારો બીજા રેતીના કણ જેવો દેખાશે, પણ તેને ચાર માઇલ દૂર મૂકવો પડશે....આપણો સૂર્ય અત્યારના પ્રચંડ વેગથી પોતાની નજીકના બીજા તારાને પહોંચવાની ઇચ્છા કરે, તો તેને ત્યાં જતાં સિત્તેર હજાર વર્ષ લાગે. પ્રકાશ–તેજ સેકંડના ૧,૮૯૦૦૦ માઇલ જેટલી ગતિથી ચાલે છે તો પણ નજીકના તારાથી પૃથ્વી ઉપર આવતાં તેને ૨॥ વર્ષ લાગે છે ! સૌથી નજીકનો તારો પૃથ્વીથી ૧,૮૬,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છેટે છે !" એક ગ્રામ હાઇડ્રોજનમાં તેનાં બારીક પરમાણુની સંખ્યા એટલી બધી હોય છે કે તે દર્શાવવાને ૬૬૦ની સંખ્યા ઉપર એકવીસ મીંડાં લખવાં પડે. અપૂર્વતાના પૂજકને આ સામગ્રી કરતાં વધારે રસિક અને અદ્ભુત સામગ્રી કઇ કલ્પનાસૃષ્ટિમાંથી મળી શકશે ?

વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને રસવૃત્તિ

વિજ્ઞાનના સેવનથી, પ્રકૃતિના સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ અને અન્વેષણથી મનુષ્યની રસવૃત્તિ ક્ષીણ થતી નથી અને તેથી જીવનરસનો લહાવો લેવાની શક્તિ ઘટતી નથી એ આપણે ઉપર જોયું. વિજ્ઞાનથી રસભાવના પોષાય છે અને વિજ્ઞાનના વિકાસની સાથે રસભંડારની સામગ્રી પણ વધતી જાય છે, અને પ્રકૃતિના સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ અને અન્વેષણથી આ રસવૃત્તિ સંઘટ્ટિત થાય છે એ પણ આપણે જોયું. તે છતાં સ્પષ્ટ કરવું પડશે કે વિજ્ઞાનની ભાવના અને કલારસની ભાવના અથવા તો વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને રસવૃત્તિમાં ઘણો ભેદ છે. શિક્ષણ અને મનનથી વૈજ્ઞાનિકનું મન દરેક વસ્તુ તરફ શંકા અને સાવધાનતાથી જુએ છે, સત્ય અને ચોકસાઇ માટેનો આગ્રહ, અને સત્યપ્રાપ્તિમાં અંગત માનસિક દોષથી દૂર રહેવાના સતત પ્રયત્નો વગેરે કારણોથી માનસિક વૃત્તિ કેટલાક અંશે કલા અને રસભાવનાનાં બધાં સ્વરૂપોને પોષી શકતી નથી. રસભાવનાનું મૂલ-

કલ્પના છે અને તેનું ધ્યેય આનંદ છે; આનંદની શોધમાં કલ્પનાનો વિહાર અપ્રતિબદ્ધ રાખવાની વૃત્તિમાં કેટલીકવાર ઘણી વિજ્ઞાનની સાવધાનતા અને વાસ્તવિકતા અંતરાયરૂપ થઇ પડે છે. પરંતુ વિજ્ઞાનની શોધો રસવૃત્તિને બાધક નથી; સૃષ્ટિનું રહસ્ય સમજતાં આશ્ચર્ય અને અદ્ભુતતાના અંશો નાબુદ થવાને બદલે વધારે ઊંડા અને ગહન થતા જાય છે. એક પ્રસિદ્ધ વૈજ્ઞાનિક લેખકના શબ્દોમાં કહીએ તો "Science never destroys wonder but only shifts it, higher and deeper;" સાધારણ દૃષ્ટિએ જોઇએ તેના કરતાં વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ જોવાથી આપણને કાંઇક વધારે સૂક્ષ્મ, વધારે ઉચ્ચ અને વધારે ઊંડું રહસ્ય પ્રાપ્ત થાય છે. સત્ય અને સુન્દરતા એ બે એક જ પરમ તત્ત્વનાં શુદ્ધ લક્ષણો છે, તેમાં ભેદનો આભાસ હોવા છતાં વિરોધ નથી એની પ્રતીતિ થાય છે.

વૈજ્ઞાનિકો રસવૃત્તિવિહીન હોય છે એમ ધારવાને કારણ નથી. મેલેરિયાના રોગ કઇ જાતના મચ્છરથી કેવી રીતે થાય છે તેની શોધ કલકત્તામાં સર રૉનાલ્ડ રૉસના હાથે ૧૮૯૮માં થઇ હતી: તે પ્રસંગે તેણે વૈજ્ઞાનિકના મનમાં ઉદ્ભવતી સંતોષ, આનંદ, અને ગર્વની લાગણીઓ દર્શાવતી કવિતા લખી છે. રૉસ એક પ્રતિભાશાળી અને અનેકદેશી વિદ્યાનો ઉપાસક હતો. તેની કવિતામાં વૈજ્ઞાનિકના વિજયની સાથે પ્રભુનું ચિંતન અને સમાજસેવાના આદર્શો સારી રીતે વ્યક્ત થયા છે.

This day relenting God
Hath placed within my hand
A wondrous thing; and God
Be praised. At His command
Seeking His secret deeds,
With tears and toiling breath

I find thy cunning seeds
O million-murdering Death.

I Know this little thing
A myriad men will save.
O Death, where is thy sting,
Thy Victory, O Grave?

આજે કૃપાળુ પ્રભુએ મારા હાથમાં એક અદ્ભુત વસ્તુ મૂકી છે. તેને હું વંદું છું. પ્રભુની આજ્ઞાથી તેમની ગહન કૃતિઓનું શોધન કરતાં કરતાં શ્રમિત હૃદય અને અશ્રુદ્રવિત ચક્ષુઓથી હું, લાખો માનવીના નાશ કરનાર યમદેવના બીજાંકુરોને શોધી શક્યો છું. આ જ્ઞાનલવથી પણ હજારો માનવીઓને બચાવી શકાશે એવી મારી ખાત્રી છે. મૃત્યુ તારો ડંખ ક્યાં છે અને યમદેવ તારો વિજય ક્યાં છે?......"મૃત્યુ મરી ગયું રે લોલ!"

વૈજ્ઞાનિક હકીકતોમાંથી રસવૃત્તિનું સેવન થઈ શકે છે એ શ્રી. કાલેલકરે પોતાના લેખોમાં અનેકવાર સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે. कथं न ज्ञेयं अस्माभिः એ સુંદર અને સમર્થ લેખમાં "મારી અંદરનો ભૌતિકશાસ્ત્રી" અને તેની અદમ્ય જિજ્ઞાસાનું આનંદમય વર્ણન છે. એ પ્રકૃતિપૂજક કવિ ગદ્યમાં સુંદર કવિતા લખે છે. ખગોલવિદ્યાના અભ્યાસ અને મનનથી એ વિષયને તેમણે કેટલો આકર્ષક બનાવ્યો છે! એમના "જીવનના આનંદ"માં 'અનંતનો વિસ્તાર' એ ૭૦ પાનાં ખગોલવિદ્યાના પ્રત્યક્ષ અનુભવથી તરબોળ છે અને તેમનું એક વાક્ય તો તેમનો અસીમ વિજ્ઞાનપ્રેમ દર્શાવે છે. "સપ્તર્ષી, વીંછૂડો, હરણું, કૃત્તિકા, ચિત્રા, સ્વાતિ, હાથિયો, શ્રવણ વગેરે વેદકાળથી આપણને જગાડતા તારાઓની આકૃતિઓ અને એમનાં સ્થાન આપણે ઓળખી ન શકીએ?" કાકા કાલેલકર એકલી પ્રાચીનતાના પૂજક નથી. તેમણે પોતાના ઉપમાભંડારને

દાલવીને કોઇ વાર કેટલાએક વાદળાંને " પ્લેટીનમ " સાથે સરખાવ્યાં છે. તેમાં પ્લેટીનમ જેવી અર્વાચીન ધાતુના રંગની ખરી કિંમત તેમણે વૈજ્ઞાનિક રીતે કરી છે. તેમના જેવા બીજા સમર્થ લેખકો પાસે આપણે વિજ્ઞાનની સામગ્રી સાહિત્ય અને કવિતામાં પ્રસરતી જોવાની આશા કેમ ન રાખીએ ?

ઉમાશંકર જોષીએ તેમની અદ્દભુત શૈલીમાં વિજ્ઞાનની કિંમત કરી છે, " જ્ઞાનસિદ્ધિ એક વૈજ્ઞાનિકનું આત્મકથન " એ સુંદર કાવ્યમાં વૈજ્ઞાનિકોની મનોવ્યથાનું વર્ણન છે.

એ સત્ય કાજે ન ઘડીય જંપવું.
જ્વાળામુખીના મુખમાં પ્રવેશવું.
ઢંઢોળવાં ઉન્નત શૃંગ અદ્રિનાં
ને પેંગડામાં સ્થલ કાલને લઇ
બ્રહ્માંડ કેરાં તળિયાં તપાસવાં.
તૂટો, તૂટો, સૌ ભ્રમમાળ તૂટો
જાૂઠાં તૂટો કીરત કોટ સર્વ.
તૂટો ભલે સૌ સ્થલકાલ બીંતડાં,
કે ચિત્ત તૂટો મુજ વિશ્વ માપતું.
પરંતુ પાયા સતના તૂટો ના;
ને ભાવિ આશા લગીરે ખૂટો ના.

ઉમાશંકર જોષી ઉત્ક્રાન્તિવાદ વિષે નીચેનો ઉલ્લેખ કરે છે :

વિકસ્યો ક્રમ સૃષ્ટિનો, વિરતર્યો, પાંગર્યો, ભલો
છલકાયો ધરાકેરા ખોળલો બાળુડાં વડે.
ઉદ્ભિજ્જોની વધી વેગે સુસંતતિ અંકુરિતા
જાગી બીજી પ્રમાતંતી અંડજોની જમાત ત્યાં
પ્રસરી પાંગરી એ ત્યાં જાગી ઓજસ્વતી બીજી
યોનિજો તણી સૃષ્ટિ, ને પૃથ્વી થૈ પ્રાણીઓવતી.

તેમ છે અને પ્રજાનું શારીરિક દારિદ્રય મટાડવાને નિષ્ણાત દાકતરો પૂરતી નહિ પણ સારી સંખ્યામાં મળી શકે એમ છે. પરંતુ ખરી વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ સિવાય પ્રજાને કે દેશને જોઇતો લાભ મળનો નથી. દાકતરી શિક્ષણની પદ્ધતિ જ એવી થઇ પડી છે કે જોઇએ તેટલા વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષણ પણ મળી શકતું નથી. તેજસ્વી વિદ્યાર્થીઓ શિષ્યવૃત્તિ લઇને આગળ વધી શકે છે, ને લાગવગ અને સાધનવાળા પણ ઓછી બુદ્ધિવાળા વિદ્યાર્થીઓને દાકતર થવાની તક મળે છે. પણ સાધારણ સ્થિતિના વિદ્યાર્થીઓને તક મળતી નથી. વળી શિક્ષણને માટે સમય અને લાયકાત ઓછી હોવાને લીધે સમાજને દાકતરી શિક્ષણનો જોઇએ તેટલો લાભ મળતો નથી અને સાધારણ દાકતરોને જૂની પદ્ધતિથી કામ કરવાની ટેવ પડી ગયેલી હોવાને લીધે પોતાના રોજના ધંધામાં ઘણી ભૂલો કરે છે. પરંતુ તેમની સંખ્યા ઓછી હોવાને લીધે અને તેમને પોતાની લાયકાતના પ્રમાણમાં વધારે માન મળતું હોવાને લીધે સમાજને તેમનાં શિક્ષણ અને બુદ્ધિનો યોગ્ય લાભ મળતો નથી. આ વિષેનું આયોજન સફળ થાય તે પહેલાં શિક્ષણ વિશાળ અને સસ્તું કરવું જોઈએ. દાકતરો, વૈદો, કે હકીમો ઘણી સારી સંખ્યામાં ઉત્તમ શિક્ષણ લઇને તૈયાર થાય તો જ તેમાંથી થોડાએક સેવાભાવી અને કાર્યદક્ષ વિદ્વાનો પ્રજાની શારીરિક અને આરોગ્યવિષયક સંપત્તિમાં વૃદ્ધિ કરી શકે.

ખોરાકને માટે જોઇતું અનાજ સારી જાતના અને સારા જથ્થામાં તૈયાર થવું જોઇએ. રશિયા જેવા ફળદ્રુપ દેશોમાં પણ એ દેશની આયોજનામાં ખોરાકને પ્રથમ સ્થાન આપવામાં આવ્યું હતું. અને ૧૬ ટકા જેટલું અનાજ વધારે ઉત્પન્ન કરવાને માટે આયોજના કરવામાં આવી હતી. હિન્દુસ્તાનમાં પણ સાડા પાંચ કરોડ ટનને બદલે સાડા ૭ કરોડ ટન જેટલું અનાજ ઉત્પન્ન કરવાની જરૂર છે. તે ઉપરાંત દેશની વસ્તીમાં દર વર્ષે પચાસ લાખ માણસો વધે છે તેને માટે પણ જોગવાઇ કરવી જોઇએ. આ કામને માટે

ફક્ત વધારે પ્રમાણમાં ખેતી કરવી અથવા તો બીજા પાક ઘટાડીને ફક્ત ખોરાકના અનાજના પાકનો વધારો કરવો એ પૂરતું નથી. સારાં બીજ વાવવાથી, સારું ખાતર નાંખવાથી અને ખેતીમાં સંભાળ લેવાથી થોડો વધારો થઈ શકે. પરંતુ એના કરતાં યે નવી જમીન પર સારી ખેતી કરવાને માટે જમીનનાં તત્ત્વોનું સંશોધન અને જ્યાં જરૂર પડે ત્યાં યંત્રો વાપરી નવી જમીન ખેતીમાં લાવવાને માટે વ્યવસ્થાપૂર્વક યોજના થવી જોઈએ. આ કાર્યમાં વિજ્ઞાનનો ખરો ઉપયોગ થઇ શકે તેને માટે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસની અને સંશોધનની દૃષ્ટિએ શિક્ષણ અપાવું જોઇએ. ખરી વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ જમાડવી જોઇએ, તે સિવાય ઉપલકીયું શિક્ષણ નકામું જાય છે.

વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ સમાજના અનેક પ્રશ્નોના અભ્યાસમાં દાખલ કરવી એ ઘણું અગત્યનું કામ છે. ગુજરાતના સામાજિક પ્રશ્નોના ઉકેલ માટે પણ આ પદ્ધતિનો લાભ લેવો જોઇએ. નવગુજરાતના સામાજિક વિધાનનું સંવાદી અને સમન્વિત ચિત્ર તૈયાર કરવું હોય તો અર્થશાસ્ત્ર, માનસશાસ્ત્ર, નૃવિદ્યા અને સમાજવિદ્યામાં પણ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ પ્રમાણે અન્વેષણ અને સંશોધન કરવાની જરૂર છે. અને તેવી જ રીતે ઇતિહાસની પુનર્રચનાને માટે પુરાતત્ત્વની ઊંડી વિદ્વત્તાનો ઉપયોગ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી થવો જોઇએ. અત્યારે સમાજવિદ્યા ફક્ત વર્ણન અને વિવેચન પર આધાર રાખે છે તેને બદલે તે પ્રયોગાત્મક બની વિનિયુક્ત વિજ્ઞાનની શાખા ગણાવી જોઇએ. વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી આપણા સમાજના પ્રશ્નોનો ઉકેલ થાય તો યંત્રોની વિરુદ્ધ જે ખોટી ભાવના ઉત્પન્ન થઈ છે તેનો વાસ્તવિક નિકાલ થઈ જાય. દેશની ખેતીમાં અને ઉદ્યોગોમાં જ્યાં જ્યાં યંત્રોની જરૂર પડે ત્યાં ત્યાં તેનો ઉપયોગ કરવો જોઇએ અને યંત્ર વિરુદ્ધ જે કાંઈ અનુભવ થયેલા હોય તેનો યોગ્ય રસ્તો કાઢીને સમાજની ઉન્નતિ સાધવાનો પ્રયત્ન થવો જોઇએ. યંત્રો બનાવનાર અને યંત્રો વાપર-

-નાર જુદા દેશોના હોય તો તેમનો વિરોધ સમજી શકાય તેમ છે. પરંતુ એક જ દેશમાં દેશના જ કારીગરોનાં બળ અને બુદ્ધિથી બનાવાતાં યંત્રો તે જ દેશમાં વપરાય તો તેમાંથી ગેરલાભ થવાના સંભવ ઘણા ઓછા છે. વધારે અનાજ મેળવવું હોય, દેશને વધારે કાપડની જરૂર હોય, વધારે જલદીથી વધારે સંખ્યામાં અને ઓછા ખર્ચે મુસાફરી કરવી હોય તો યોગ્ય ખેતીનાં સાધનો, યંત્રો, રેલ્વે, મોટર અને વિમાન આ દેશમાં જ બને અને આ દેશનો જ કાચો માલ આ જ દેશના કારીગરો અને દેશના જ પેટન્ટો વપરાય તો મુડીવાદ અને મજૂરવાદના વિરોધને સ્થાન નહિ રહે. સમાજનાં જુદાં જુદાં અંગોમાં વિરોધ અને કલહનાં કારણો તો હંમેશાં રહે-વાનાં જ. પરંતુ તેમને દૂર કરવાને માટે સાધનો અને યોજનાઓ વૈજ્ઞાનિક આયોજનથી નક્કી કરી શકાય એમ છે.

શુદ્ધ ધાર્મિક પ્રશ્નોમાં વિજ્ઞાનને સ્થાન નથી. પરંતુ જ્યારે ધર્મ અને દૈનિક આચાર વચ્ચે વિરોધ ઉત્પન્ન થાય અને સમાજની પ્રગતિમા ધર્માંધતાથી અંતરાય આવે ત્યારે વિજ્ઞાન શત્રુભાવે નહિ પણ મિત્રભાવે આ વિરોધ શમાવવાનો પ્રયત્ન કરી શકે. જૈનો અને વૈષ્ણવો, સનાતનીઓ અને સમાજીઓ, હિંદુઓ અને મુસલમાનો એ સર્વેનાં ધર્મશાસ્ત્રો વિષે વિજ્ઞાનને કહેવાનું હોય જ નહિ; પરંતુ તેમના આચારવિચારના અંતરાયો દેશ અને સમાજને હાનિકર્તા ન થઇ પડે તેવી વિચારસૃષ્ટિ ઉત્પન્ન કરવામાં વિજ્ઞાનનું વિશાળ દૃષ્ટિ-બિંદુ ઘણું ઉપયોગી થાય એમ છે. સત્યસેવન અને નિષ્પક્ષપાતી વિચારની ટેવથી બંધાયેલા વૈજ્ઞાનિક વિચારકોના અભિપ્રાય સ્વતંત્ર હોવાથી તેમના દૃષ્ટિબિંદુની અસર સમાજ ઉપર એક સરખી રીતે પ્રસરશે અને તેનો સ્વીકાર સર્વત્ર થશે. વિજ્ઞાનની તુલનાત્મક પદ્ધ-તિના સંસર્ગથી ધર્મનું ખોટું ઝનૂન ઓછું થવાનું; અને જેમ જેમ વૈજ્ઞાનિક વિચારો સમાજમાં પ્રસરતા જશે તેમ તેમ ધાર્મિક વિરોધ અને કલહોની તીવ્રતા અને સંખ્યા ઓછી થવાની.

વિજ્ઞાનની કિંમત રશિયામાં જેટલી થાય છે તેટલી પૃથ્વીના કોઈ પણ દેશમાં થઇ નથી. રશિયામાં ૧૯૩૪ ની સાલમા પણ દર વર્ષે એક અબજ રૂબલ વિજ્ઞાનને માટે રાજ્ય તરફથી વપરાતા. અમેરિકામાં વિજ્ઞાનને માટે વપરાતી રકમ આના ત્રીજા ભાગની અને બ્રિટનમાં દશમા ભાગ જેટલી હતી. આ કારણને લીધે રશિયામાં વિજ્ઞાનનો વિકાસ વિપુલ રીતે થયો છે. હિંદમાં પણ તે વિકાસનાં ચિહ્નો જોવામાં આવે છે, પણ તે હજી બીજાંકુર રૂપમાં જ છે.

વિજ્ઞાનનાં અન્વેષણનાં સાધન અને પદ્ધતિ જ્યારે આધ્યાત્મિક પ્રદેશોમાં સુવ્યવસ્થિત રીતે સ્વીકારાશે અને જ્યારે નવું માનસશાસ્ત્ર આત્માના આધ્યાત્મિક સ્વરૂપનું વાસ્તવિક જ્ઞાન મેળવશે ત્યારે સર્વ ધર્મમાંથી એક વિશ્વવ્યાપી ધાર્મિક વિચાર નીકળશે અને તેનાથી ધર્મના બધા બાહ્ય વિરોધો શમશે. આ સમય દૂર હોવા છતાં પણ હાલના ધાર્મિક વિરોધ અને અંદર અંદરના કલહ શમાવવાને માટે વિજ્ઞાનના વિચારો કરતાં વધારે ઉત્તમ સાધન મળવું અશક્ય છે.

૧૯૪૭ની હિંદી વિજ્ઞાની કોંગ્રેસનું પ્રમુખપદ રાષ્ટ્રનેતા પંડિત જવાહરલાલ નહેરુએ લઇને અને રાષ્ટ્રીય સરકાર તરફથી વિજ્ઞાનને ઉત્તેજન આપીને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં નવો યુગ શરૂ કર્યો છે. હિંદ જેવા ફળદ્રુપ દેશમાં ભૂખમરો અટકાવવા માટે ગરીબાઇ, અજ્ઞાન, વહેમ, જડ રીતરિવાજોમાંથી પ્રજાને બચાવવા માટે દેશની અઢળક સંપત્તિનો સંપૂર્ણ ઉપયોગ કરવા માટે વિજ્ઞાન સારી મદદ કરી શકે એમ છે. વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનની શોધોનો ઉપયોગ તો આર્થિક અને ઔદ્યોગિક કારણોને લીધે દેશમાં જરૂર થવાનો છે, અને તેમાંથી ગુજરાત અલગ રહી શકે એમ નથી. પરંતુ તે ઉપરાંત બીજાં ક્ષેત્રોમાં વિજ્ઞાનનો ઉપયોગ થાય એ ઇષ્ટ છે.

વિજ્ઞાનની યોગ્ય સેવા વિના ગુજરાતની સંપૂર્ણ ઉન્નતિ સધા-

વી અશક્ય છે. વિજ્ઞાન એટલે કેવળ શુષ્ક હકીકતનો ભંડાર એ સંકુચિત અર્થમાં ન લેતાં વ્યવસ્થા, મહેનત, ખંત, ધીરજ, નમ્રતા, વિચાર અને અભિપ્રાયનું સમતોલપણું વગેરે ગુણોના લાભ આપનારી વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ એ સર્વનો સમાવેશ વિજ્ઞાનમાં થવો જોઇએ. દરેક પ્રશ્નને વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિથી એટલે કેવળ સત્યશોધક દૃષ્ટિથી ચર્ચવાની, એક જ અભિપ્રાયને વળગી રહેવાની હઠને બદલે, નવી માહિતી કે સાક્ષી મળતાં અભિપ્રાય બદલવાની તૈયારી અને તે પહેલાં ઉતાવળથી અને ખાત્રી કે પ્રયોગ વિના અભિપ્રાય નહિ બાંધવાની ટેવ પાડવાને માટે સતત માનસિક સંયમની જરૂર છે. વિજ્ઞાનની આટલી બધી સામગ્રી પ્રાપ્ત કરવી કઠિન લાગે પરંતુ તે આવશ્યક છે અને છેક દુઃસાધ્ય નથી. ગુજરાતની મહત્તા હજુ સંપૂર્ણ રીતે સમજાઇ નથી. ગુજરાતીઓને કેવળ સ્વાર્થી, ધનલોભી, નફાખોર, વ્યાપારી વૃત્તિની પ્રજા ગણનારાઓ ભૂલ કરે છે. જે પ્રજાએ ગાંધીજી જેવા વિચારક અને કર્મયોગી મહાપુરુષ આપ્યા છે, દયાનંદ સરસ્વતી જેવા ધર્મ-વીર, દાદાભાઇ નવરોજી જેવા કર્મવીર, વિઠ્ઠલભાઇ અને વલ્લભભાઈ પટેલ જેવા રાજપુરુષો, જમશેદજી ટાટા જેવા ઉદ્યોગવીર અને દાન-વીર આપ્યા છે તે પ્રજાની કિંમત હવે અલ્પ ન ગણી શકાય. ગુજરાતની સાધારણ પ્રજાની શારીરિક અને આર્થિક નિર્ધનતા ભલેને હાલમાં ચિંતા ઉપજાવે તેવી હોય; પરંતુ જે જે દિશાઓમાં ગુજરાતે અત્યાર સુધી ખ્યાતિ મેળવી છે તે જોતાં તેનું ભવિષ્ય ઉજ્જવળ અને આશાપ્રદ છે. હજુસુધી વિજ્ઞાનની જે કાંઇ અવગણના થઈ છે તેનું પ્રાયશ્ચિત્ત કરવાની તૈયારીનાં ચિહ્નો સ્પષ્ટ દેખાય છે. ગુજરાતના પ્રભાવશાળી પ્રથમ વૈજ્ઞાનિક વિદેહી પ્રોફેસર ગજ્જરનાં વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણના અમુક અંશો 'કલાભવન'માં સુસ્થાપિત થયા છે. તેમણે સ્થાપેલું એલેમ્બિક કેમિકલ કારખાનું ગુજરાતના રાસાયનિક ઉદ્યોગોને સારું ઉત્તેજન આપી રહ્યું છે અને તેની પાસે જ સારા-ભાઇ કેમિકલ કારખાનાની શરૂઆત થઇ રહી છે. તેમના જ એક

વિદેહી શિષ્ય કપિલરામ વકીલે સ્થાપેલાં રાસાયનિક કારખાનાંઓ ધ્રાંગધ્રા અને મીઠાપુર (દ્વારકા)ના શાન્ત પ્રદેશોને નવીન અને અપૂર્વ અર્વાચીનતા અપાવે છે. ગુજરાતમાં જન્મેલા જમશેદજી ટાટાની સંપત્તિ અને બુદ્ધિથી બેંગલોરના વૈજ્ઞાનિક મહાવિદ્યાલયમાંથી નીકળતા પ્રવાહનો લાભ ગુજરાતને અપરોક્ષ રીતે ઘણી દિશામાં મળ્યો છે. ત્યાંના જ એક સંશોધક અને શિક્ષક હોમી ભાભાએ વિશ્વરશ્મિ અને પરમાણુશક્તિના વિષયમાં વિલક્ષણ પ્રતિભા બતાવીને રોયલ સોસાઇટીના પ્રથમ ગુજરાતી ફેલોની અપૂર્વ ખ્યાતિ મેળવી છે અને વધુ કીર્તિ અને જ્ઞાન મેળવવાની આશા આપે છે. અમદાવાદના મીલ ઉદ્યોગના સ્થાપક રાવબહાદુર રણછોડલાલ છોટાલાલના કુટુંબની સખાવતેથી એક હુન્નરશાળા અને એક વિજ્ઞાનની પાઠશાળા સ્થપાયાં છે. કાપડની મીલોથી ગુજરાતની આર્થિક સંપત્તિમાં અઢળક વધારો થયો છેઃ અને સવા કરોડ રૂપિયા આ મીલો તરફથી નવી વૈજ્ઞાનિક હુન્નરશાળાની સ્થાપનામાં ખરચાવાના છે. ગુજરાતમાં કૃષિવિદ્યાલય અને પશુપ્રજનન વિદ્યાલય આણંદ ખાતે સ્થપાયાં છે. મેડીકલ અને ઇજનેરી કૉલેજો અમદાવાદ અને વડોદરામાં સ્થપાવાના ભણકારા વાગી રહ્યા છે. ગુજરાત યુનિવર્સિટીની સ્થાપનાની તૈયારીઓ વેગવાન રીતે થતી લાગે છે. ગુજરાત કાઠિયાવાડનાં નાનામોટાં રાજ્યોનાં સંઘટ્ટન અને એકીકરણના દિવસો બહુ દૂર નથી. ભાવનગર પ્રજાની યોજના સ્વીકારાય તો સકળ ગુજરાત એક જ રાજતંત્ર કે પ્રજાતંત્રના નિયમનમાં આવે એ ઘટના હવે બહુ દૂર ન ગણાય. તેવા પ્રસંગે ગુજરાતીઓની વ્યવહારકુશળ બુદ્ધિ વિજ્ઞાનની વાસ્તવિક કિંમત જરૂર સમજશે. ત્યારે વિજ્ઞાનનો અનાદર તો નહિ જ થાય, પરંતુ ઉત્તરોત્તર વિજ્ઞાનની પૂજા વધતી જશે, અને તે દિશામાં ગુજરાતની પ્રતિષ્ઠા ગૌરવ અને મહિમાની વૃદ્ધિ કરવાના શુભ કાર્યમાં વૈજ્ઞાનિક જરૂર

ઉપયોગી થશે.

વિજ્ઞાન એટલે વિજ્ઞાનનાં કેવળ શુષ્ક તથ્યો નહિ, પણ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ-નિઃસ્વાર્થી જીવન, નમ્રતા, ખંત, મહેનત વગેરે ગુણોની કેળવણી એટલો ભાર ફરીથી મૂકવો જોઇએ. આ વિષે મહાન રશિયન વૈજ્ઞાનિક પાવલોવના નીચેના શબ્દો અક્ષરે અક્ષર પાલન કરવા યોગ્ય છે:

"મારા દેશના વિજ્ઞાનના અભ્યાસને માટે તત્પર થયેલાં યુવકો અને યુવતીઓને હું શું કહેવા ઇચ્છું છું?

સૌથી પ્રથમ તો ખંત. સફળ વૈજ્ઞાનિક કાર્યને માટે આ ઘણી અગત્યની જરૂરિયાત વિષે તીવ્ર ઊર્મિ સિવાય હું કદિ બોલી શકતો નથી. ખંત, ખંત અને તે ઉપરાંત પણ ખંત. તમારા કાર્યની શરૂઆતથી જ જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં ખંતથી કામ કરવાની ટેવ પાડો.

વિજ્ઞાનના શિખર ઉપર ચઢવાનો પ્રયત્ન કરો તે પહેલાં વિજ્ઞાનનાં મૂળ તત્ત્વો બરાબર શીખો. પહેલાંનું જ્ઞાન પાકું કર્યા વગર નવું કામ હાથમાં લેશો નહિ. તમારા જ્ઞાનમાં કાંઇક પણ ઊણપ હોય તો નવાં ગપ્પાંથી અથવા નવી કલ્પનાઓથી અથવા નવા સિદ્ધાન્તના નામે તે ઊણપ પૂરવા યત્નો કરશો તો આવા પરપોટાઓથી અને તેમના વિવિધ રંગોને લીધે તમને ક્ષણિક આનંદ થશે પણ તે ફૂટી ગયા પછી તમારી પાસે વધુ ગૂંચવણ સિવાય કાંઇ રહેશે નહિ.

ધૈર્ય અને આત્મનિયંત્રણ કેળવો. વૈજ્ઞાનિક સફળતા માટે જરૂરી એવી સખત મહેનત-મજૂરી કરતાં શીખો. સંપૂર્ણ તથ્યો અને હકીકતો મેળવો, તેનો અભ્યાસ કરો અને સરખાવો. પક્ષીની પાંખો ગમે તેવી સંપૂર્ણ હોય પરંતુ હવાના ટેકા વગર તે અદ્ધર ઊડી શકે જ નહિ. તથ્યો વૈજ્ઞાનિકોની હવા છે અને તે હવા વગર વૈજ્ઞાનિક કોઈ દિવસ ઊંચે ઊડી શકે જ નહિ. તથ્યો સિવાય તમારી કલ્પનાઓ અને સિદ્ધાન્તોની મહેનત પાણીમાં જશે.

અભ્યાસ વેળાએ, પ્રયોગ વેળાએ અને અવલોકન વેળાએ હકીકતોમાં ઊંડા ઊતરવા પ્રયત્ન કરજો. તથ્યોના કેવળ ચોકીદાર-તથ્યપાલની પદવીથી સંતોષ ન માનશો. તેમની ઉત્પત્તિનું રહસ્ય જાણવાને માટે હમેશાં પ્રયત્ન કરો, તેમનું નિયમન કરનારા નિયમો શોધવાને હમેશાં પ્રયત્ન કરો.

નમ્રતા એ બીજો જરૂરી ગુણ છે. 'હું તો બધું જ જાણું છું" એવો ભાવ કદિ ન સેવતા. તમારી કીર્તિ ચોગરદમ પ્રસરી હોય અને તેને માટે તમે યોગ્ય હો છતાં પણ 'ના, હું અજ્ઞાન છું' એવું મનને કહી દેવાની હિંમત ના ગુમાવશો.

અહંકારને નવ ગજના નમસ્કાર કરજો. અહંકાર તમારા ઉપર કાબૂ જમાવશે ત્યારે તે તમારી સહકારની ઇચ્છા હોવા છતાં હઠીલાપણામાં ફેરવી નાંખશે. ઉપયોગી સલાહસૂચનો અને મૈત્રીભરી મદદ નકારવા લલચાવશે. વળી અહંકારનાં પડળ બંધાવાથી તમને વૈજ્ઞાનિક્ વાસ્તવિકતાનો લાભ મળશે નહિ.

ત્રીજો ગુણ ધગશ. વિજ્ઞાન મનુષ્યનું સારુંયે જીવન માગી લે છે એ યાદ રાખજો. ભલેને તમને એકને બદલે બે જિંદગી ભોગવવાની મળે તો તે પણ ઓછી પડશે. વિજ્ઞાન માણસની પાસેથી ઊંડી સમજ, અથાક પ્રયત્ન અને શ્રદ્ધા માગે છે."

આપણા દેશમાં અને ખાસ કરીને પંડિત જવાહરલાલ નેહરુના ઉત્સાહથી વિજ્ઞાનને, વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણને અને વૈજ્ઞાનિકોને ઘણું ઉત્તેજન મળતું જાય છે. આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનમાં દેશ તરફથી જે વિશ્વાસ મૂકવામાં આવે છે તેનો બરોબર ઉત્તર આપવો એ વિજ્ઞાનપૂજક યુવાનો તેમ જ વડીલોની આવશ્યક ફરજ છે.

✱

સંદર્ભ-પુસ્તકોની યાદી

Introduction to Science J. A. Thomson. 1912.

Science and the Human Mind. W. C. Whetham 1912.

Discovery, the Spirit and Service of Science. R A. Gregory. 1912.

The Grammar of Science. Karl Pearson 1911.

Introduction to Science Alexander Hill.

The Foundations of Science W. C. Whetham. 1912. (ગુજરાતીમાં અનુવાદ—"વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા" —કર્તા રા. છોટાલાલ બાળકૃષ્ણ પુરાણી)

The Commonsense of the Exact Sciences. W. K Clifford 1879.

A History of the Inductive Sciences. W. Whewell. 1857.

A History of European Thought in the Nineteenth Century. Vol II. Scientific Thought. Merz 1896.

Lectures on the Method of Science. B. Strong Oxford-1906.

Recent Developments in Physical Science W. C Whetham 1909.

Electrical Nature of Matter and Radio Activity. H C. Jones. 1911.

The Coming of Evolution. J. W. Judd. 1910.

The Origin of Species Darwin.

Darwin & Modern Science. Ed S C. Seward 1909.

Social Evolution Benjamin Kidd.

Hereditary Genius. Francis Galton.
The Riddle of the Universe. E. Hackel. 1900.
Elements of Metaphysics. A. E. Taylor. 1993.
Fragments of Science. Tyndall. 1876.
A History of the Warfare of Science with Theology. A. D. White.
A History of the Conflict between Religion and Science. J. W. Draper.
An Outline of History. H G. Wells. 1921.
A History of Science. Sedgwick & Tyler.
A History of Science. H. S. Williams.
History of Chemistry. Sir Edward Thorpe.
Introduction to History of Science. Miss Arabella Buckley.
Civilisation in Ancient India. R. C. Dutt.
Physical Sciences of the Hindus. B. N. Seal: Panini Office.
Positive Sciences of the Ancient Hindus. B. N. Seal. Longmans.
The Hindi Scientific Glossary. Nagari Pracharini Sabha.
Newton to Einstein. Harrow.
Hindu Chemistry. Sir P. C. Ray. 2 vols. ગુજરાતી અનુવાદકર્તા: પ. વૈ. મેઢ. ગુ વ. સોસાયટી.
Hindu Achievements in Exact Sciences. B. N. Sarkar.
Hindu Superiority. Har Bilas Sarda.
The Surgical Instruments of the Hindus. 2 vols. (Calcutta University)

Symmetry-સુઘટિતતા.
Technology-હુન્નરવિદ્યા.
Telescope-દૂરબીન.
Temperature-ઉષ્ણતા, ઉષ્મા-માપ.
Terrestrial-પાર્થિવ.
Non-terrestrial-અપાર્થિવ.
Theory-મત, વાદ, સિદ્ધાંત.
Theoretical-સૈદ્ધાન્તિક.
Tide-ભરતી.
Tissues-તંતુઓ.
Trigonometry-ત્રિકોણમિતિ.
-plane-તલ ,, ,,
-spherical-ગોલીય ,,
Ultra-Violet-અંબુલાતીત.
Uniformity-એકરૂપતા.
Universal-સાર્વત્રિક
Universe-વિશ્વ, સૃષ્ટિ.
Vacuum-શૂન્ય, અવકાશ.
Variable-ચલિત.
Velocity-વેગ.
Veracity-સત્યમયતા.
Verification-સાબિતી, નિર્ણય.
Vibration-કંપન.
Viscosity-સ્નિગ્ધતા, ચિક્કટતા.
Volume-ઘનફળ.
Windlass-ઉચ્ચાલન યંત્ર, ઊંટડો, સામાન ઊંચો કરવાનું યંત્ર
Wave-તરંગ.
Work-કામ, કાર્ય.
X-Rays-ક્ષકિરણો.
Zodiac signs-રાશિચક્રસંજ્ઞા,

ઉપરના શબ્દોમાં રાસાયનિક તત્ત્વો અને તેમ[illegible] આપ-
વામાં આવ્યાં નથી. આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી [illegible]
સંજ્ઞામાં ખાસ કારણ વગર ફેરફાર કરવાની
ગુજરાતીમાં પ્રચલિત નામો જેવાં સુવર્ણ,
સીસક, તાંબુ', વગેરે ચાલુ રાખવાં જોઈએ.
આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કર્યા પ્રમાણે
પ્રાપ્ત થાય છે. તત્ત્વોની પેઠે રાસાયનિક
તેવી જ રીતે સર્વદેશસંમત ધોરણો [illegible]

નીચેના ગુજરાતી શબ્દકોષમાં [illegible]
અપાયેલા શબ્દો આપવામાં આવ્યા છે.

પારિભાષિક શબ્દકોષ: ગુજરાતી

અપાકર્ષણ–repulsion
અભિઘાત–Impact
અભિસર્પણ–capillary motion
અવશેષ–fossil
અન્વય–heredity
અજ્ઞેયતાવાદ–agnosticism
આંતરસંબંધ–inter-related
આયતન–volume
આવર્તન–incidence
આકર્ષણ–attraction
આયન–Ion જલમય દ્રવણમાં રહેતાં વીજમય કણો
એકીકરણ–synthesis
ઈથર–ether અવકાશમાં પ્રસરેલું પારદર્શક અદૃશ્ય અને અગ્રાહ્ય કલ્પનામય સૂક્ષ્મ દ્રવ્ય
ઇચ્છાશક્તિ–freewill, volition
ઉત્તેજન–stimulus
ઉપજાતિ–Species
ઉપલબ્ધિ–intuition
ઉપમન્, સૂક્ષ્મમન–subconscious or subliminous self
ઉપમાનસિક–subconscious
ઊલટું પ્રમાણ–inverse ratio
કમ્પસંતાન સંસ્કાર–momentum of vibration
કેન્દ્રીભવન–concentration
કેશિકા–capillary
કોઈનન–quinine
ખગોળ–skys heaven આકાશ
ખમંડળ ગતિવિદ્યા–astro-dynamics
ગતિમય સ્થિરતા–dynamic equilibrium
ગર્ભજન્તુકોષ–germ cell
ગુણક–multiple
ઘનરસાયન–stereochemistry
ચેતન્, ચૈતન્ય–consciousness.
જીવન–life
જીવનઆરંભયુગ–Protorazoic Age
જીવનચક્ર–Cycle of life
જીવનતત્ત્વ–protoplasm
જીવનરસ–sap
જીવનયુગ, પ્રાથમિક–Palocozoic-Age
જાતિ–tribe, caste, genus
જાતીય–જાતિ વિષેનું–tribal

Symmetry-સુઘટિતતા.
Technology-હુન્નરવિદ્યા.
Telescope-દૂરબીન
Temperature-ઉષ્ણતા, ઉષ્મા-
-માપ.
Terrestrial-પાર્થિવ
Non-terrestrial-અપાર્થિવ.
Theory-મત, વાદ, સિદ્ધાંત.
Theoretical-સૈદ્ધાન્તિક
Tide-ભરતી.
Tissues-તતુઓ.
Trigonometry-ત્રિકોણમિતિ.
-plane-તલ ,, ,,
-spherical-ગોલીય ,,
Ultra-Violet-જાંબુવાતીત.
Uniformity-એકરૂપતા.
Universal-સાર્વત્રિક
Universe-વિશ્વ, સૃષ્ટિ.
Vacuum-શૂન્ય, અવકાશ.
Variable-ચલિત.
Velocity-વેગ.
Veracity-સત્યમયતા.
Verification-સાબિતી, નિર્ણય.
Vibration-કંપન.
Viscosity-સ્નિગ્ધતા, ચિક્કટતા.
Volume-ઘનફળ.
Windlass-ઉચ્ચાલન યંત્ર,
ઊટડો, સામાન ઊંચો કરવાનું યંત્ર
Wave-તરંગ.
Work-કામ, કાર્ય.
X-Rays-ક્ષકિરણો.
Zodiac signs-રાશિચક્રસંજ્ઞા.

ઉપરના શબ્દોમાં રાસાયનિક તત્ત્વો અને તેમની સંજ્ઞા આપવામાં આવ્યાં નથી. આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કરેલાં નામ અને સંજ્ઞામાં ખાસ કારણ વગર ફેરફાર કરવાની જરૂર હું જોતો નથી. ગુજરાતીમાં પ્રચલિત નામો જેવાં સુવર્ણ, રજત, કે લોહ, જસત, સીસક, તાંબું, વગેરે ચાલુ રાખવાં જોઇએ પરંતુ તેમની સંજ્ઞાઓ તો આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કર્યા પ્રમાણે જ રાખવાથી સરળતા પ્રાપ્ત થાય છે. તત્ત્વોની પેઠે રાસાયનિક સંયોજનોની સંજ્ઞાઓ પણ તેવી જ રીતે સર્વદેશસંમત ધોરણો પ્રમાણે રાખવી જોઇએ.

નીચેના ગુજરાતી શબ્દકોષમાં મુખ્યત્વે અંગ્રેજી વિભાગમાં નહિ અપાયેલા શબ્દો આપવામાં આવ્યા છે.

પારિભાષિક શબ્દકોષ: ગુજરાતી

અપાકર્ષણ–repulsion
અભિઘાત–impact
અભિસર્પણ–capillary motion
અવશેષ–fossil
અન્વય–heredity
અજ્ઞેયતાવાદ–agnosticism
આંતરસંબંધ–inter-related
આયતન–volume
આવર્તન–incidence
આકર્ષણ–attraction
આયન–ion જ્વલમય દ્રવણમાં રહેતાં વીજમય કણો
એકીકરણ–synthesis
ઈથર–ether અવકાશમાં પ્રસરેલું પારદર્શક અદૃશ્ય અને અગ્રાહ્ય કલ્પનામય સૂક્ષ્મ દ્રવ્ય
ઇચ્છાશક્તિ–freewill, volition
ઉત્તેજન–stimulus
ઉપજાતિ–Species
ઉપલબ્ધિ–intuition
ઉપમન, સૂક્ષ્મમન–subconscious or subliminous self
ઉપમાનસિક–subconscious
ઊલટું પ્રમાણ–inverse ratio
કમ્પસંતાન સંસ્કાર–momentum of vibration
કેન્દ્રીભવન–concentration
કેશિકા–capillary
કોઈનીન–quinine
ખગોળ–skys heaven આકાશ
ખમંડળ ગતિવિદ્યા–astro-dynamics
ગતિમય સ્થિરતા–dynamic equilibrium
ગર્ભજનકોષ–germ cell
ગુણક–multiple
ઘનરસાયન–stereochemistry
ચેતન, ચૈતન્ય–consciousness
જીવન–life
જીવનઆરંભયુગ–Protorazoic Age
જીવનચક્ર–Cycle of life
જીવનતત્ત્વ–protoplasm
જીવનરસ–sap
જીવનયુગ, પ્રાથમિક–Paloeozoic Age
જાતિ–tribe, caste, genus
જાતીય–જાતિ વિષેનું–tribal

જીવનયુગ, માધ્યમિક-Mesozoice Age
તથ્ય-fact
તંતુઓ-tissues
-મજ્જાતંતુ-nerve
-જ્ઞાનતંતુ-sensory nerve
-પ્રેરકતંતુ-motor nerve
તાલ-lens
ત્રિપાર્શ્વ-prism
ત્રુટક-discontinuous
દૂરસંવહન-telepathy
દ્રવ્યસંરક્ષણ-conservation of matter
નિત્યતા-eternity
નિર્જીવયુગ, પૃથ્વીના ઇતિહાસનો નિર્જીવ સમય-Azoic Age
નિહારિકા-nebula
પરાક્રમ-achievenent
પરિમાણ-magnitude
-mass
-quantity
-dimension
પરિસ્થિતિ-circumstance
પ્રતિક્રિયા-reflex action
પ્રેરણાશક્તિ-instinct
પારસમણિ-philosopher's stone

પૂર્વાનુપૂર્વી, પૂર્વાનુગામી-antecedent
બાહ્યકોષ-calyx
ભેદ-variation
માત્રા-quantity, mass
મણિ-lens. આંખનો મણિ.
માન્યતા-belief
મૂળાંકુરો-germplasm, germcell
રંગપટ-spectrum
રંગપટરેખા-spectrum lines
રંગપટદર્શક-spectroscope
રંગપટવિદ્યા-spectroscopy
રસવૃત્તિ, કલાની ભાવના-aesthetic sense
લંબવર્તુલાકાર-elliptical
લુપ્તઉષ્મા-latent heat
વર્ગ-square
વર્તુલાકાર-circular
વર્ધનલેખન યંત્ર,વનસ્પતિની વૃદ્ધિના અંશની લેખિત નોંધ કરનારું યંત્ર-crescograph
વાસ્તવિકતા-reality
વાસ્તવ-real
વિનિયુક્ત, ઔપપત્તિક-applied
વિશ્લિષ્ટ-analysed

વિશ્વક્રિયા-the process in universe
વિશ્વરશ્મિ-cosmic rays
વ્યાપન-Diffusion
સમન્વય-inter-relatedness
સાર્વત્રિકતા-universality
સાતત્ય-continuity
સાપેક્ષ-relative
સૂર્યમધ્યવાદ-heliocentric theory
સૂક્ષ્મ મન-subconscious self
સૂત્ર-formula, law
સૌષિર્ય, છિદ્રમયતા-porosity
સૌન્દર્યશાસ્ત્ર-æsthetics
સંવાદ, સંવાદિતા-harmony
સંસક્તિ, સંઘાત-cohesiveness
સંગઠિત-continuous
સંવેદન-knowledge
સંખ્યા-number
-ખરી-rational
-સાંકેતિક-irrational
સાંદ્રતા-impenetrability
સંજ્ઞા-formula, symbol
સંસ્કાર, વેગરય-momentum
સીલીંડર-cylinder; નળી
શિલાશાસ્ત્ર-petrology
ક્ષેત્રફળ-area
જ્ઞાનપુનર્જીવન-renaissance

*

૧૩૬ ૮ ન્યટને ન્યૂટને

૧૪૦ ૧૩ સૈ ાન્તિક સૈદ્ધાન્તિક

૧૪૩ *૧૪ નામ કામ

૧૪૪ ૨ પમાણે પ્રમાણે

૧૪૭ *૯ ન્યૂગ્ની ન્યૂગ્નની

૧૫૪ ૩ પરિણામની
પદિમાણુનો

૧૬૫ *૨ પરમાણુ પરમાણુ
ભારાંક
નક્કી કર્યા

૧૬૬ છેલ્લી અને નાકી
કર્યા ભારાક અને

૧૭૪ ૩ છટક છૂટક

૧૭૮ ૫ અપવા અપવ૬

૧૮૦ ૧૩ રેાડગેા-ગેાદ્ર રેડિગેા-
લેાહ

૧૮૧ ૧૦ વીજાણુર્વિદ્યા
વીજાણુવિદ્યા

૧૯૨ *૧૨ માલ્થસની
માલ્થસનેા

૧૯૪ ૧૩ ડાર્વિનને ડાર્વિનનેા

૧૯૭ ૧૦ ટૂંકા ટૂકેા

૨૦૬ ૬ પ્રાણુજીવન
પ્રાણીજીવન

૨૦૮ ૧ માન મન

૨૦૯ ૧૦ સ૽ન સન

૨૧૦ ૧ સ સેા

૨૧૩ ૪ સ્ટીવનસના
સ્ટીવન્સનના

૨૧૫ ૪ ભાતિક ભૌતિક

૨૨૮ ૧૧ આરીક બારીક

૨૨૮ ૧૩ રસિક રસિક

૨૨૯ *૧૩ મેલેરિયાના
મેલેરિયાનેા

૨૩૪ ૧૪ ા સેા

૨૩૮ *૧૧ વેષ્ણુવેા વૈષ્ણવેા

૨૪૯ *૬ અનતતા અનંતતા

૨૫૧ *૧૨ ભ્રમણગતિ
ભ્રમણગતિ

૨૫૧ ૧૦ સમાજશાસ્ત્રે
સમાજશાસ્ત્ર



૧૩૬	૮	ન્યૂટને	ન્યૂટને
૧૪૦	૧૩	સૈાન્તિક	સૈદ્ધાન્તિક
૧૪૩	*૧૪	નામ	કામ
૧૪૪	૨	પમાણે	પ્રમાણે
૧૪૭	*૯	ન્યૂટની	ન્યૂટનની
૧૫૪	૩	પરિણામની	પરિમાણની
૧૬૫	*૨	પરમાણુ	પરમાણુ ભારાંક નક્કી કર્યાં
૧૬૬	છેલ્લી	અને નક્કી	કર્યા ભારાક અને
૧૭૪	૩	છટક	છૂટક
૧૭૮	૫	અપવા	અપવાદ
૧૮૦	૧૩	રેાડગેા-લેાહ	રેડિગેા-લેાહ
૧૮૧	૧૦	વીજાણુણુવિદ્યા	વીજાણુવિદ્યા
૧૯૨	*૧૨	માલ્થસની	માલ્થસને
૧૯૪	૧૩	ડાર્વિનને	ડાર્વિનને
૧૯૭	૧૦	ટૂંકા	ટૂંકેા
૨૦૬	૬	પ્રાણુજીવન	પ્રાણીજીવન
૨૦૮	૧	માન	મન
૨૦૯	૧૦	સં,ન	સન
૨૧૦	૧	સ	સેા
૨૧૩	૪	સ્ટીવનસનાં	સ્ટીવન્સનનાં
૨૧૫	૪	ભાતિક	ભૌતિક
૨૨૮	૧૧	આરીક	બારીક
૨૨૮	૧૩	રસિક્ર	રસિક
૨૨૯	*૧૩	મેનેરિયાના	મેલેરિયાને
૨૩૪	૧૪	ના	સેા
૨૩૮	*૧૧	વેષ્ણુવેા	વૈષ્ણવેા
૨૪૯	*૬	અનતતા	અનંતતા
૨૫૧	*૧૨	ભ્રમણગતિ	ભ્રમણગતિ
૨૫૧	૧૦	સમાજશાસ્ત્રે	સમાજશાસ્ત્ર

